

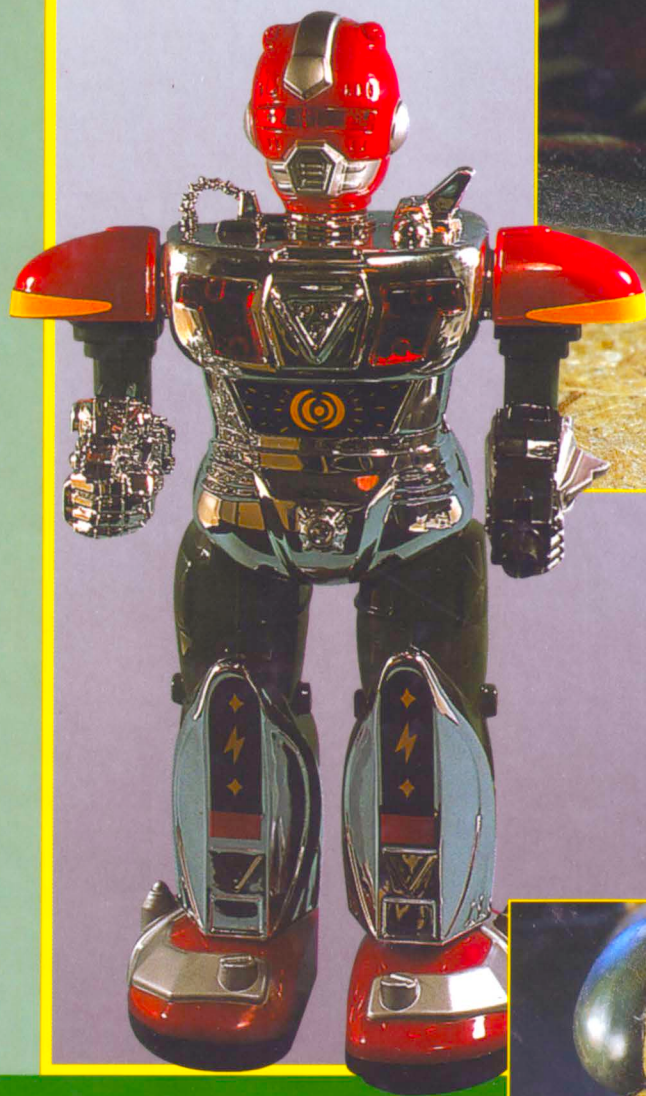
VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Большая Серия Знаний

БИОНИКА

63





БИОНИКА



Большая Серия Знаний



БИОНИКА

Большая Серия Знаний



Москва 2005

Природа дает человеку множество примеров для технических изобретений. Бионика — это соединение биологии и техники. Бионика рассматривает биологию и технику с совершенно новой точки зрения, объясняя, какие общие черты и какие различия существуют в природе и технике. Новый том энциклопедии позволяет по-новому взглянуть на гениальные открытия природы, которые окружают нас.



Охраняется законом РФ об авторском праве.
Воспроизведение текста, части текста или иллюстраций
без разрешения правообладателя запрещено
и преследуется по закону.

ISBN 5-486-00227-0

© Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH,
Ravensburg (Germany), 2001
© ООО «ТД «Издательство Мир книги», 2005

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 6

Инструменты 7

КЛЕЩИ И ПИНЦЕТЫ 8

СКЛАДНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ 10

ШАРНИРЫ 12

ЭКСКАВАТОРЫ И СВЕРЛА 14

КРЮЧКИ И ПРИСОСКИ 16

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ
МЕХАНИЗМЫ 18



Строительная техника 19

ПОСТРОЙКИ ИЗ ГЛИНЫ 20

ФАХВЕРК 22

ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО 24

ЖИЗНЬ ПОД ВОДОЙ 26

ПОДВИЖНАЯ ЗАЩИТА 27

КРЫШИ, ОТТАЛКИВАЮЩИЕ ВОДУ 28

НАКОПИТЕЛИ ВОДЫ 30

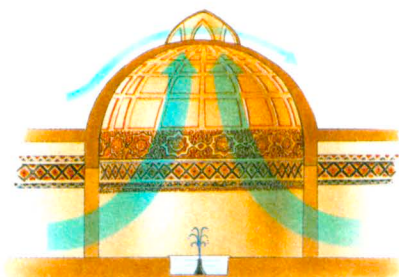


Отопление и охлаждение
воздуха 31

СОЗДАНИЕ НУЖНОГО КЛИМАТА
С ПОМОЩЬЮ СОЛНЦА 32

ЗАЩИТА ОТ ХОЛОДА.

ШКУРА И ОДЕЖДА 34



ОХЛАЖДЕНИЕ 36
ЗАЩИТА ОТ МОРОЗА 38

Бегать, прыгать, плавать —
по земле и под водой 39
БЕГАЮЩИЕ МАШИНЫ И РОБОТЫ 40
ШИРОКИЕ ПОДОШВЫ
ОБЛЕГЧАЮТ ДВИЖЕНИЕ 42
УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЫЖКОВ 43
ОТЛИЧНЫЕ ПЛОВЦЫ 44
ДВИЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ
КОЛЕБАНИЙ 45
БОЛЬШОЙ И БЫСТРЫЙ 46

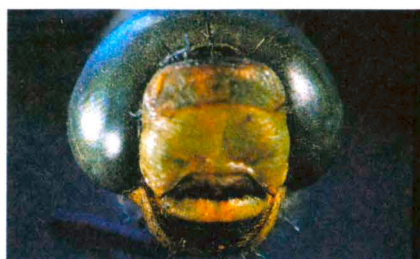


Полеты и планирование 47
УНЕСЕННЫЕ ВЕТРОМ 48
БОРОЗДКИ УМЕНЬШАЮТ
СОПРОТИВЛЕНИЕ 50
ВЫНОСЛИВЫЕ ЛЕТЧИКИ 51
САМОЛЕТ ПОДНИМАЕТСЯ В НЕБО 53
ДВИЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ВЕТРА 56
С ВЕТРОМ ВОКРУГ СВЕТА 58



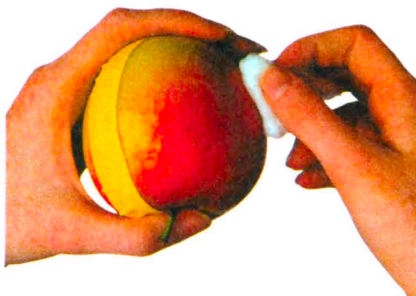
Как рождается движение 59
ПОДВИЖНЫЕ ЦЕПОЧКИ ЗВЕНЬЕВ 60
СКРЫТЫЕ РЫЧАГИ 62
БОЛЬШАЯ СИЛА И КОРОТКИЙ ПУТЬ 64
ПНЕВМАТИКА И ГИДРАВЛИКА 66
ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА — РУКА 70

Высокие технологии,
опирающиеся
на принципы действия
нервной системы 71
РЕГУЛИРУЮЩАЯ ЦЕПЬ 74
«ЭЛЕКТРОНИКА» В ПРИРОДЕ 76
ОПТИКА И СВЕТОВОЛНЫ 78
ОРГАНЫ ЧУВСТВ 80
ЧАСТОТНОЕ КОДИРОВАНИЕ 84



Нападение и оборона 85
ИНЪЕКЦИОННЫЕ ШПРИЦЫ 86
СНАРЯДЫ 87
ЗАЩИТНЫЕ ПАНЦИРИ 88
ПОДВИЖНЫЕ ПАНЦИРИ 89
МОКРИЦЫ И ЛИНКОР 90

Упаковка и очистка 91
ОТ КОКОСОВОГО ОРЕХА
ДО КОНФЕТНОЙ КОРОБКИ 92
ЭКОНОМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРОСТРАНСТВА 94
БИОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ
УПАКОВКИ 96
УПАКОВКА И РЕКЛАМА 98



САМООЧИЩАЮЩИЕСЯ
ПОВЕРХНОСТИ 100
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОСКА 102



Естественные материалы 103
ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ
ЭНЕРГИИ 104
ЭНЕРГИЯ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ 106
ВОДОРОД — ЧУДО БУДУЩЕГО 107
ТРАДИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ —
ДЕРЕВО 108
ИЗВЕСТКОВЫЕ СОЛИ 110
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
МАТЕРИАЛ — ИЗВЕШЬ 112
ХИТИН — СТРОИТЕЛЬНЫЙ
МАТЕРИАЛ НАСЕКОМЫХ 113
ЛЕГКИЕ МАТЕРИАЛЫ 114
ЭЛАСТИЧНАЯ РЕЗИНА 116

Эволюция и развитие 117
РОСТ И ИЗМЕНЕНИЕ 118



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ 119
РЕАКЦИЯ НА УСЛОВИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 120
ОТ ЯЙЦА К ЦЫПЛЕНКУ 122
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ
ЗАГОТОВКА И РАЗВИТИЕ 124
СОЗДАВАТЬ ЗАНОВО
ИЛИ РЕМОНТИРОВАТЬ 125
ПЕРЕРАБОТКА МУСОРА 126
КОМПЛЕКСНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ 127

ПРЕДИСЛОВИЕ

Взаимосвязь природы и техники. В прошлом отношение человека к природе было потребительским, техника эксплуатировала и разрушала природные ресурсы.

Но постепенно люди начали бережнее относиться к природе, пытаясь присмотреться к ее методам, с тем чтобы разумно использовать их в технике. Эти методы могут служить образцом для развития промышленных средств, безопасных для окружающей среды. Природа как эталон — и есть бионика. Это понятие состоит из частей слов «БИОлогия» и «техНИКА», что означает «учиться у природы технике завтрашнего дня», которая принесет большую пользу человеку и природе, чем техника, существующая сегодня. Явления природы побуждают улучшить технические методы, а это может положительно повлиять на окружающую среду и принести пользу человеку.

Понимать природу и брать ее за образец — не означает копировать. Однако природа может помочь нам найти правильное техническое решение довольно сложных вопросов. Ей удастся разрешить такие проблемы, с которыми человек справиться не в состоянии. Природа подобна огромному инженерному бюро, у которого всегда готов правильный выход из любой ситуации. Это инженерное бюро потратило сотни миллионов лет, чтобы усовершенствовать свои изобретения. При этом природе удалось удовлетворить самые разнообразные требования. Техника же еще очень далека от этого.

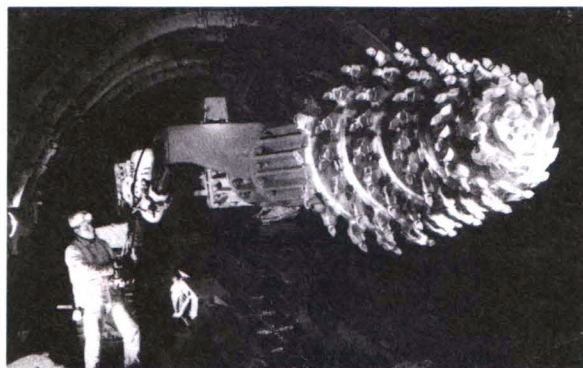
Бионика будет иметь большое значение для конструкторов будущего. Биологи делают открытия природы нашим достоянием, а инженеры пытаются перенести принципы этих открытий на технические разработки. Сегодня мы должны продолжать исследования того, как природа строит, конструирует и заставляет действовать свои методы, и учиться переносить это на технику. В ближайшие годы бионика будет помогать ученым в выборе верного решения и нужной стратегии.

Эта книга описывает все этапы развития бионики. Здесь природа и техника сопоставляются друг с другом, и это является первым шагом на пути к перенесению открытий природы в область техники.



Благодаря своим лапкам, хорошо приспособленным для рытья земли, крот роет подземные ходы.

С помощью машин прокладываются туннели, подземные штольни и ходы.



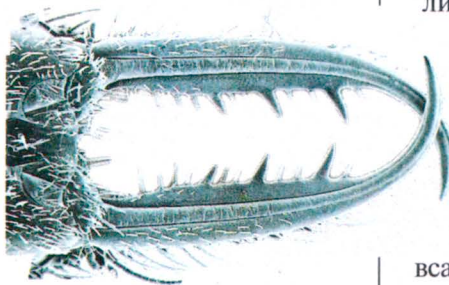
ИНСТРУМЕНТЫ

Это клещи, молотки, расчески, щетки и многое другое. Природа также имеет множество инструментов, только они выполнены значительно лучше и являются более точными, чем инструменты техники. Они изготовлены не из металла, а, например, из хитина, как у насекомых

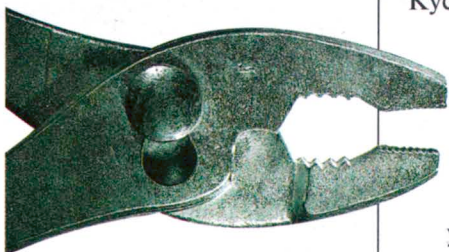


КЛЕЩИ И ПИНЦЕТЫ

Техника использует специальные инструменты: клещи и пинцеты. Природа же работает с многочисленными «комбинированными приборами».



Клещи муравьиного льва — это инструмент, обладающий шестью функциями.



При помощи комбинированных клещей можно вращать, удерживать, разматывать и забивать что-либо.

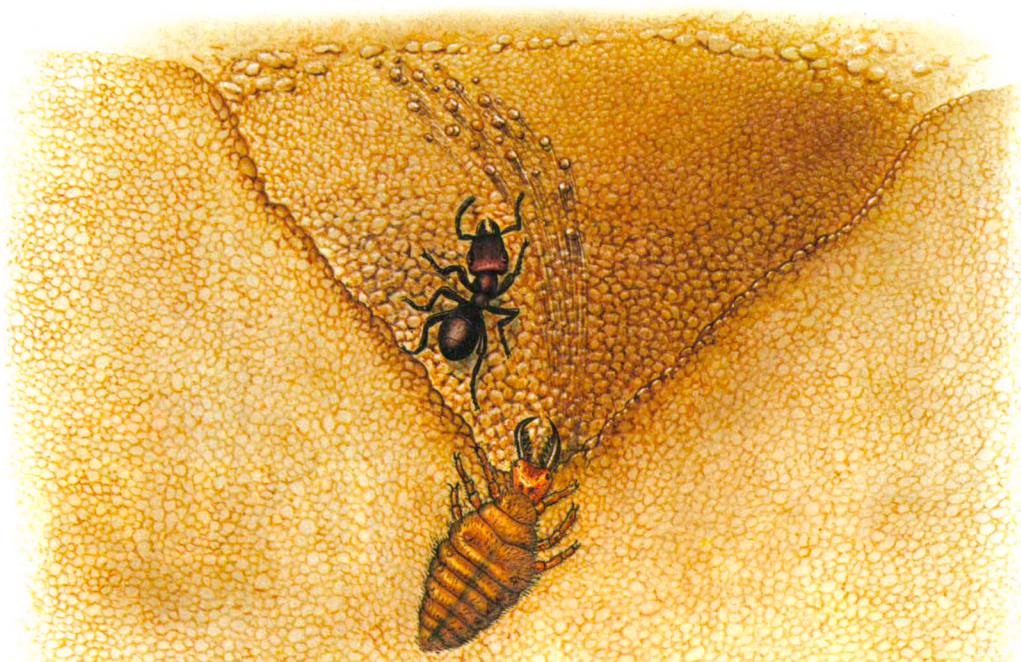
Муравьиный лев бросает песок на убегающего муравья, из-за чего тот падает обратно в воронку. Когда муравьиный лев высасывает содержимое своей жертвы, он выбрасывает пустую оболочку из воронки.

Клещи муравьиного льва. Муравьиный лев питается личинками насекомых. Он разрывает воронки в песке и ждет свою добычу.

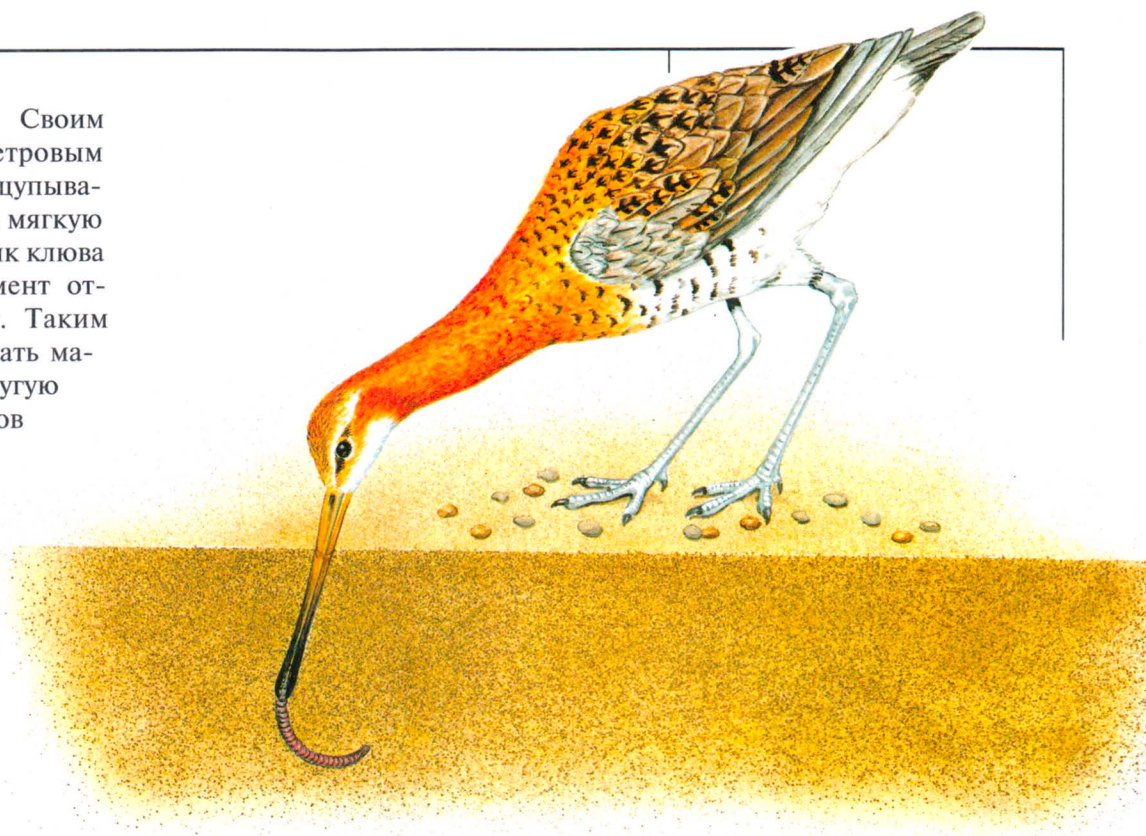
Если в эту ловушку попадает муравей, то муравьиный лев бросает ему вслед песок и, таким образом, мешает выбраться обратно. При этом он использует свои клещи в качестве совка для песка. Когда муравей вновь попадает в воронку, лев хватается острыми кончиками клещей. Он вдавливая их в муравья и вливает в его тело пищеварительную жидкость, которая растворяет организм муравья изнутри. Затем муравьиный лев втягивает этот «бульон» своими всасывающими челюстями и выбрасывает из воронки пустую оболочку муравья. Клещи муравьиного льва могут сыпать песок, хватать добычу и впиваться в нее; они действуют как шприц, маленький всасывающий насос или инструмент для броски. Таким образом, они представляют собой вид комбинированных клещей, обладающих шестью функциями. ■

Комбинированные клещи. Существуют разные клещи. Кусачками можно, например, обкусывать гвозди. Некоторые кусачки имеют сбоку плоский участок, благодаря чему могут служить молотком. Обладая двумя функциями, они являются комбинированным инструментом.

Чаще всего при работе используются клещи, способные выполнять четыре функции. Их захватывающие концы имеют рифленые контактные поверхности и поэтому могут, например, удерживать лист жести. В выемке этих клещей есть зубчики, которые позволяют вращать трубку. С боков изгибы инструмента пересекаются, и это делает возможным перекусывание проволоки. Такими клещами можно также заколачивать гвозди. ■



Веретенники. Своим длинным 15-сантиметровым клювом веретенник ощупывает землю, втыкая его в мягкую почву. При этом кончик клюва птица в нужный момент открывает и закрывает. Таким образом ей легко хватать маленьких червяков и другую добычу. Ее тонкий клюв уходит довольно глубоко в землю, и от туда птица достает себе пищу. ■



Клюв — это комбинированный инструмент. Тонкий клюв веретенника является, как и клещи муравьиного льва,

одним из видов комбинированного инструмента. До захвата пищи клюв сжат и служит в качестве ковыряющего и ищущего инструмента. Только глубоко в земле он открывается, словно две створки пинцета, выполняя в этом случае функцию точно работающего хватающего механизма.

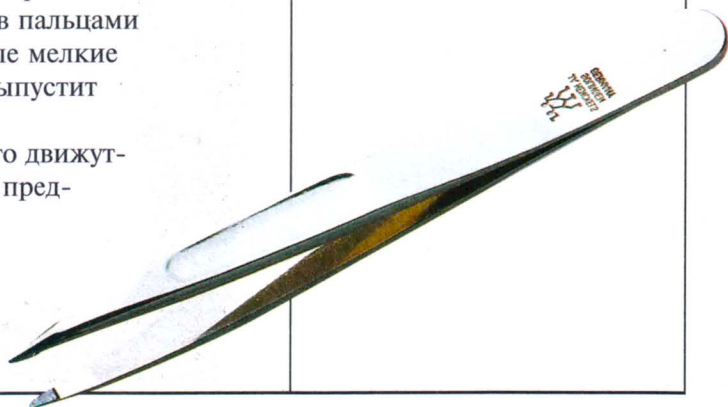
Природа создала инструмент, который способен решить большое количество задач. ■

Пинцет. Человек изобрел инструмент, который выполняет те же функции, что и клюв веретенника. Это пинцет. Его острые концы легко проникают под верхний слой предметов. Сжав пальцами обе половинки пинцета, можно захватить даже самые мелкие предметы. Если отпустить их, пинцет разожмется и выпустит предмет.

Преимущество инструмента, обе половинки которого движутся навстречу друг другу, состоит в том, что захватить предмет довольно легко.

То же самое мы наблюдаем, когда работаем ножницами. Если удерживать одну их половину и двигать только другой, можно быстро заметить, насколько труднее режется бумага. ■

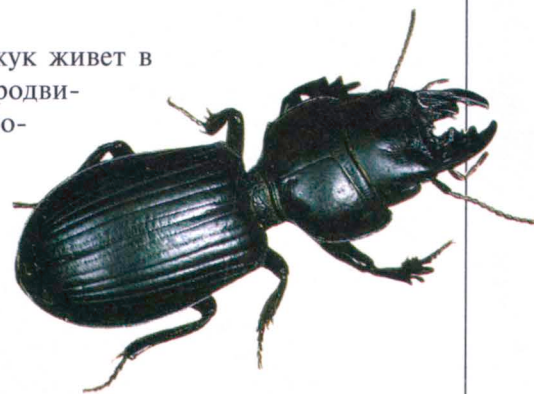
Клюв веретенника послужил образцом при создании специальных операционных ножниц. Большинство операционных ножниц имеют асимметричную форму и часто бывают изогнуты. Они облегчают хирургу работу с труднодоступными органами живого организма и позволяют захватывать или отделять только необходимые ткани тела. п



СКЛАДНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Инструменты, которые могут складываться, позволяют экономить место. Это гениальное открытие также подсказано природой.

Навозный жук. Навозный жук живет в мягкой земле и навозе. Для своего продвижения он использует специальные лопатки, которые находятся на его голени. Когда они не нужны жуку, он может разместить свою ножку в желобке голени и затем голень вложить в нишу бедра. Таким образом, его инструменты размещаются, экономя место. ■



При беге навозный жук складывает свои копающие инструменты, экономя место.

Зажимы создают порядок в любом помещении (подвале, сарае), где хранятся инструменты. Они привинчиваются к стене и держат рукоятки садовых инструментов и веники. Рукоятку вставляют в зажим, после чего защепляют эластичную пружину. Маленькие колесики с бороздками крепко прижимаются к рукоятке. Круглая в своем поперечном сечении, она точно подходит к зажиму.

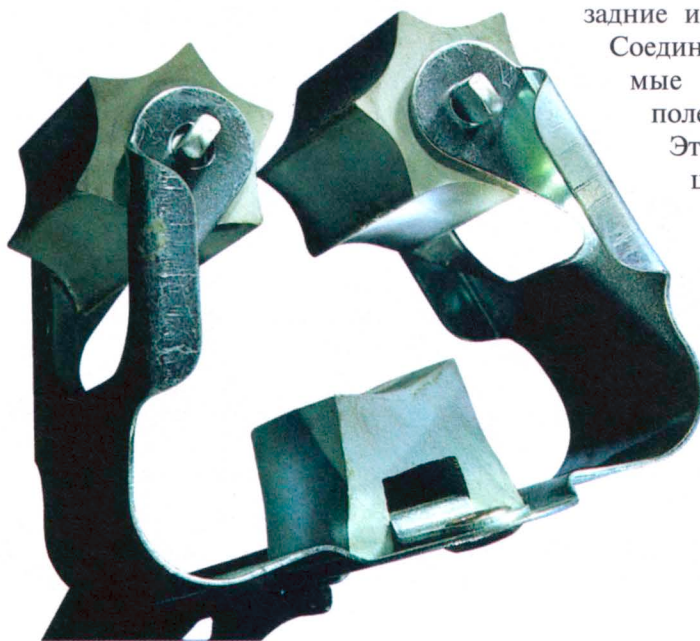
В природе известен принцип, подобный тому, который техника применяет, при использовании зажима. Лесные клопы сидят иногда на ягодах малины или луговых растениях и поджидают свою добычу. Некоторые представители этих насекомых окрашены в очень красивый красно-белый цвет. Лесные клопы имеют

задние и передние крылья.

Соединяя крылья, насекомые увеличивают при полете их поверхность.

Это соединение функционирует точно так же, как зажим.

Однако оно имеет значительно большую точность, а его величина составляет полмиллиметра. ■



Складывающаяся ножка навозного жука под микроскопом.

С помощью зажимов предметы могут быть хорошо закреплены.

Складной нож. Складной нож состоит из множества отдельных частей: большого и малого лезвий, ножниц, штопора, ножа для открывания бутылок, отвертки, зубочистки и т. д. Все эти элементы размещены в небольшом пространстве. Если нужно что-то разрезать ножом, то большое и малое лезвия легко и просто вынимаются, а затем также легко убираются обратно в свою «нишу». Такой нож можно положить в карман брюк, при этом не поранившись им. Таким образом, человек разработал целую систему, экономящую пространство, как это сделал маленький навозный жук со своими копающими лопатками. ■

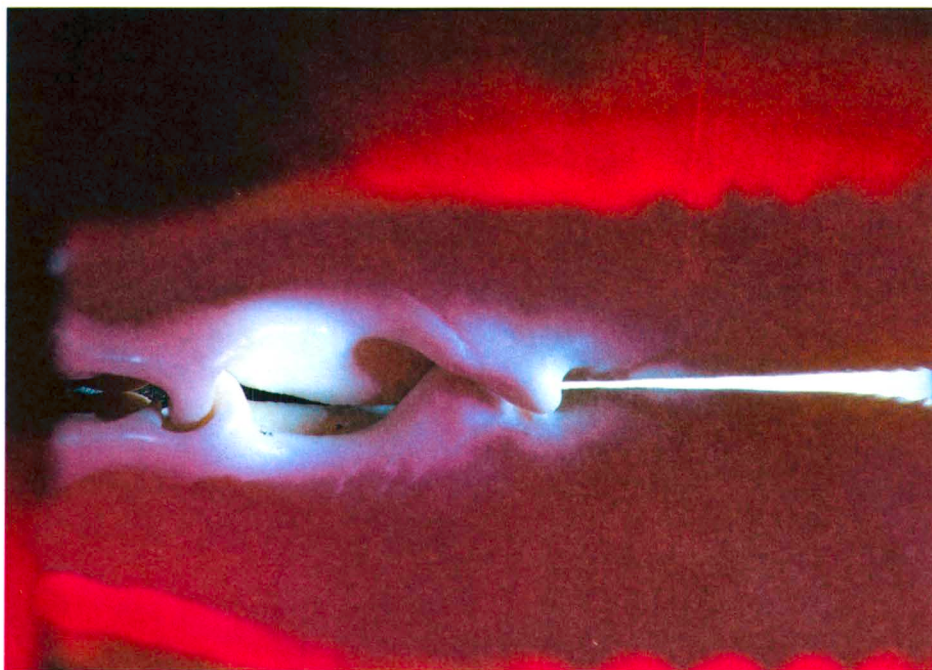


ШАРНИРЫ

Самое простое в природе и технике сочленение — шарнирное. Оно позволяет вращаться одной части вокруг другой и при этом не сдвигаться с места.

Тихоокеанские сердцевидки-великаны. Для того чтобы сложить две свои створки, ракушки используют шарниры. Величина тихоокеанских сердцевидок-великанов достигает почти 15 сантиметров, и поэтому их сочленение хорошо видно невооруженным глазом. У меньших по размерам сердцевидок наших побережий оно точно такое же. Левая створка, имеющая выступ, попадает в углубление правой, и наоборот. Это шарнирное соединение состоит только из двух частей, которые очень прочно смыкаются друг с другом, выполняя свою задачу наилучшим образом.

Углубления и выступы створок ракушек смыкаются друг с другом.



Если в технике шарнир может состоять из трех частей, то в природе он состоит только из двух. Этот более компактный вид шарнира был со временем разработан и в технике. Вспомним защелкивающуюся крышку, например крышку шампуня, для шарнира которой необходимы только две части. Они изготавливаются с помощью литья под высоким давлением. ■

Защелкивающаяся крышка открывается и закрывается нажатием пальца.

Технические шарниры. Технические шарниры можно приобрести на любом строительном рынке. Их применяют, например, для того, чтобы прикрепить крышку к ящику. При этом крышка легко открывается и закрывается. Шарнирами снабжено большинство очечников. Их крышка плотно соединяется с нижней частью и не может соскочить, поэтому, когда такой футляр кладут в карман, очки не выпадают. Технические шарниры обычно состоят из двух частей, которые соединяются друг с другом с помощью стержня. При этом возможно единственное движение — вращение двух половинок вокруг соединительного стержня: сложить — разложить. ■



Благодаря шарниру две половинки очечника плотно прилегают друг к другу.



Обе части технического шарнира соединяются с помощью стержня.

ЭКСКАВАТОРЫ И СВЕРЛА

Для того чтобы схватить предмет или просверлить дырку, в природе и в технике используются одинаковые методы.



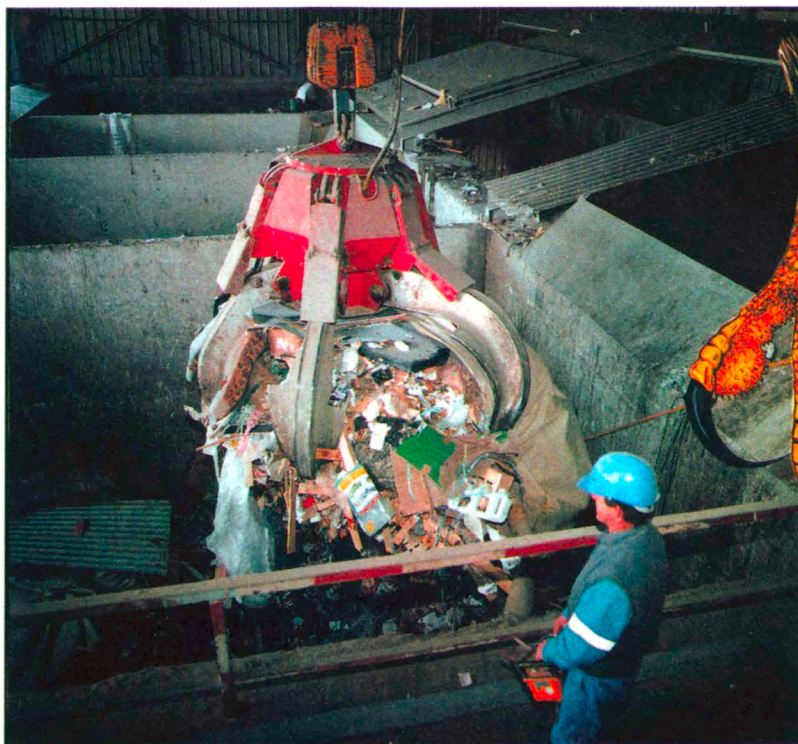
В пикирующем полете орлан-белохвост хватается за свою добычу под водой. Потом, сильно ударяя крыльями, он взлетает и отправляет ее в зоб.

В технике тоже известно много различных «захватывающих аппаратов». Наибольшее впечатление производят так называемые грейферные экскаваторы. Они могут захватить и поднять большое количество земли, песка или гальки. Для подачи отходов в мусоросжигательные установки часто используют размагничивающийся грейфер большого захвата. Подобно ловчей птице, он забирает порцию металлолома или мусора своим сильным грейфером и перекладывает ее на другое место. ■

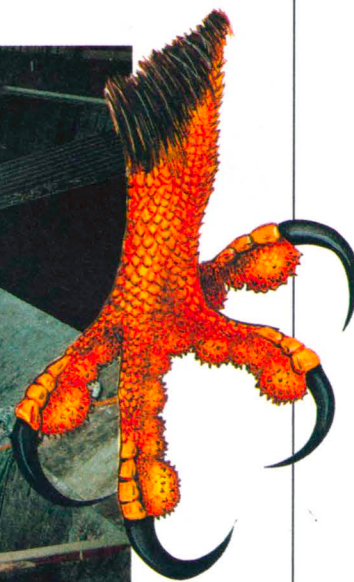
Ловчие птицы. Раньше орлов и их родственников относили к группе хищных птиц, сегодня их называют ловчими. Такое название объясняется самим принципом охоты птиц. Чтобы удержать добычу, они цепко обхватывают свою жертву и впиваются в нее острыми когтями. Из таких объятий вырваться невозможно.

Беркут охотится на мелких млекопитающих и птиц. Своими сильными и цепкими когтями он, например, намертво впивается в кожу молодых сурков. Скопа и орлан-белохвост питаются чаще всего рыбой, которую можно поймать на поверхности воды. Их удлиненные лапы с очень острыми загнутыми когтями и грубой жесткой чешуйчатой внутренней стороной позволяют им впиваться в скользкую, готовую в любой момент ускользнуть рыбу так, что та уже не может вырваться.

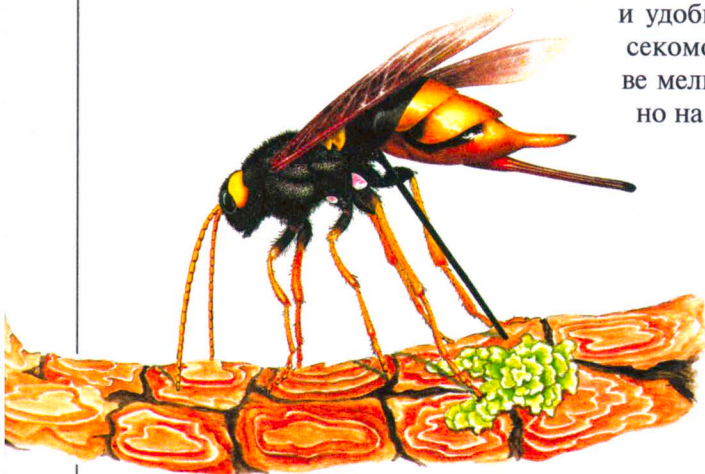
Лапы 290 видов ловчих птиц имеют свои различия: природа позаботилась о том, чтобы «захватывающий аппарат» был приспособлен для охоты на определенный вид добычи. Таким образом, птица всегда может добыть пропитание. ■



Размагничивающийся грейфер захватывает порцию мусора, как орел добычу.



Яйцеклад осы рогахвоста хвойного большого. Когда рогахвост хвойный большой готовится отложить яйца, он ползет по ветке до самого ствола дерева, поворачивает к нему заднюю часть своего туловища, выпускает из нее яйцеклад и удобно устанавливает его. Насекомое «просверливает» в дереве мельчайшие дырочки примерно на глубину двух сантиметров.



Если дерево хвойное, ему нужно для этого 20 минут. Когда дырка готова, оса через свой длинный полый яйцеклад, подобный сверлу, помещает туда яйца. Из них развиваются личинки, которые живут в древесине и питаются ею. ■

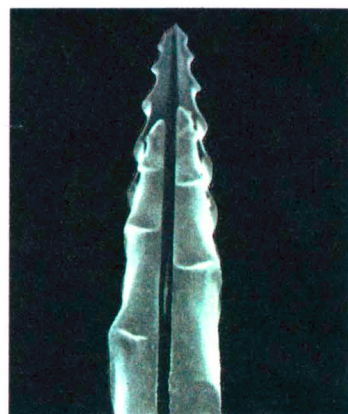
Яйцеклад рогахвоста хвойного большого имеет две функции: он служит в качестве «сверла» и канюли для откладывания яиц. «Сверлятся» только тухлые или поврежденные деревья.

Дрели. Для того чтобы высверлить дырки под дюбели, болты и винты, используют сверла, которые по виду и принципу действия похожи на яйцеклад рогахвоста хвойного большого. С помощью электрической дрели дырка просверливается за несколько секунд. В отличие от яйцеклада рогахвоста хвойного большого, технические сверла выполняют только одну функцию — они могут лишь сверлить. Однако в дрели можно вставлять, в зависимости от материала, различные сверла — для металла, дерева, камня. ■



Инструменты в сравнении. Яйцеклад рогахвоста хвойного большого состоит из нескольких частей, имеющих боковые желобки, которые могут двигаться относительно друг друга. На конце они крючкообразно заострены и за счет этого легче проникают в дерево.

Технические сверла состоят из одной части, изготовленной механически. С боков у них расположены спиралевидные лезвия, поэтому при сверлении выдавливаются опилки. Острый конец обязательно должен соответствовать материалу, с которым предстоит работать. ■



Яйцеклад, будучи полым, тем не менее, чрезвычайно устойчив.



Такое сверло идеально подходит для просверливания дырок под дюбель.

Крючки и присоски



Плоды репейника показывают, как необходимы бывают крючки. Каракатицы благодаря своим присоскам могут прикрепляться к скользкой поверхности. Человек скопировал эти изобретения природы.

Плод репейника. Существует множество способов распространения семян самими растениями. Они могут просто развеиваться ветром или переноситься водой. Их могут разносить животные, как, например, в случае с репейником. Его плоды, которые имеют более 200 крючков, прикрепляются к шерсти животных. Животные уносят их с собой и затем стряхивают. Семена, попадающие на большие расстояния от материнского растения, имеют больше шансов развиваться в новые растения. ■



Всеми 200 крючками репейник никогда не прикрепляется к шерсти животного, достаточно лишь небольшой их части, чтобы плод не упал. Поэтому и говорят «случайно зацепился».

Застежка-липучка. Принцип действия репейника был заимствован человеком для изготовления застежек-липучек. Первые липкие ленты появились в 50-х годах XX столетия. С их помощью можно, например, застегивать спортивные ботинки; в этом случае шнурки уже не нужны. Кроме того, длину липучки легко регулировать — в этом одно из ее преимуществ. В первые годы после своего изобретения такие застежки были очень популярны. Сегодня все уже привыкли к удобной застежке, и изготовители застежек-липучек теперь следят лишь за тем, чтобы липучки были хорошо спрятаны под клапанами. ■



Техника производит специальные ленты, где обе части прижимаются друг к другу, и крючковая щетковидная поверхность цепляется за многочисленные петли. Так обе части оказываются крепко связанными друг с другом.



Осьминог. Осьминог изобрел изощренный метод охоты на свою жертву: он охватывает ее щупальцами и присасывается сотнями присосок, целые ряды которых находятся на щупальцах. Присоски помогают ему также двигаться по скользким поверхностям, не съезжая вниз. ■



Присоски осьминога часто располагаются рядами. Таким образом они могут прикрепляться не только к плоским поверхностям, что является вполне естественным, учитывая среду обитания этого животного.



На щупальце осьминога хорошо видны присоски, расположенные плотными рядами.



Коврик с присосками — заимствование у природы.

Технические присоски. Если выстрелить из рогатки присасывающейся стрелой в стекло окна, то стрела прикрепится и останется на нем. Присоска слегка закруглена и расправляется при соприкосновении с преградой. Затем эластичная шайба опять стягивается; так возникает вакуум, и присоска прикрепляется к стеклу. ■

Квакши обыкновенные хорошо удерживаются на листьях и деревьях с помощью присосок, находящихся на концах их лапок.



Там, где есть гладкие поверхности, часто применяются присоски. В быту их используют прежде всего на кухне и в ванной. Они служат, например, для того, чтобы прикреплять держатели полотенец кафельным плиткам. Когда крючок с присоской прижимают к кафельной плитке ванной комнаты, возникает вакуумное пространство, как в случае с детской стрелой, и крючок держится. Мыльницы тоже часто снабжаются присосками, что позволяет им не соскальзывать. Коврики в ванных комнатах и душевых сразу съезжали бы, если бы у них не было стебельковых присосок. Они прикрепляются к загнутому дну ванны и тем самым предупреждают несчастные случаи. ■



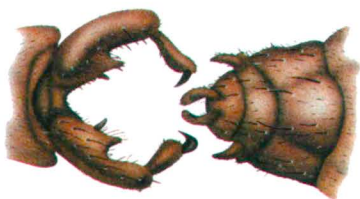
СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Скрепление двух частей с помощью соединительных и защелкивающихся механизмов — обычное явление в технике. Природе этот метод известен давно.

Спаривание комаров. В конце лета появляются многочисленные комариные стаи, в которых насекомые передвигаются вперед и назад, как бы танцуя. Это самцы, которые обычно не кусаются. Если в стаю влетает самка, то ближайший к ней самец тотчас обрушивается на нее и соединяется с ней. Комары производят спаривание в воздухе, иногда для его завершения опускаясь на землю. Соединение задних частей туловищ происходит молниеносно. Необходимые элементы чрезвычайно малы, они располагаются на участке, составляющем миллиметры. При этом в процессе спаривания участвуют соединительные и улавливающие элементы, так же как и элементы, обеспечивающие втягивание и скручивание. ■



В комариной стае самцы летят плотно друг к другу.



Соединительные аппараты на задних частях туловищ комариной пары соразмерны и легко входят друг в друга.

Сцепление в космосе. В международной космической станции ISS используется прикручивающий механизм, подобный комариному. Гигантская станция, располагающая шестью исследовательскими лабораториями, двумя жилыми единицами, четырьмя модулями обеспечения и многими другими системами, которая будет готова в 2004—2005 годах, пойдет по земной орбите на высоте 400 километров. Все необходимые структурные элементы по частям доставляются в космическое пространство на ракетах и там же монтируются.

Важно, чтобы ракета подводилась точно к космической станции. Когда она наконец соединится с ISS, защелкивающиеся элементы войдут друг в друга и удержат переднюю часть ракеты. Это произойдет полностью автоматически, соединительные части войдут друг в друга точно так же, как это происходит у комариной пары. ■



Космическая станция ISS составлена из множества модулей.

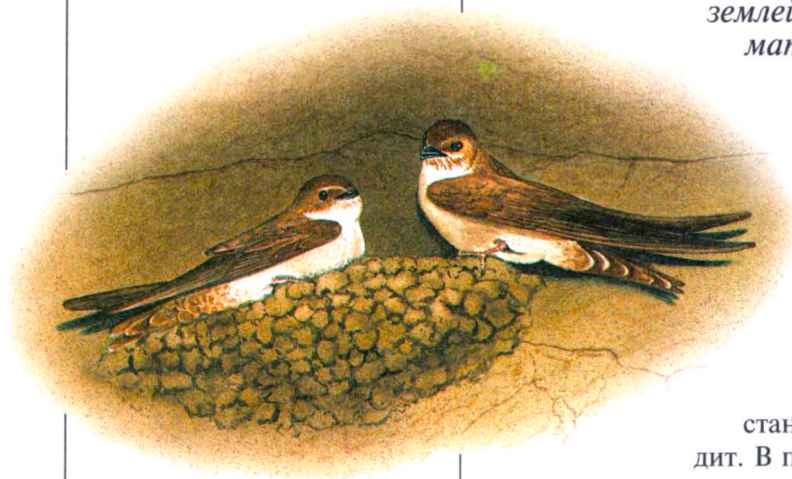
СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Люди строят дома, чтобы защититься от ветра и непогоды. Эти дома большей частью массивны, строительство и содержание их стоит дорого. Когда животные строят укрытия, то те часто получаются прочными, надежными и водонепроницаемыми, но при этом затрачивается гораздо меньше энергии и материала

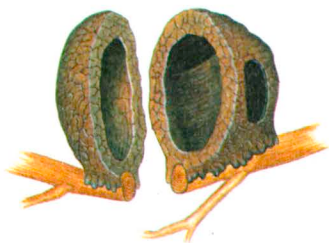


Постройки из глины

И люди, и животные используют глину, укрепленную землей или соломой, в качестве строительного материала.



Гнездо ласточки слеплено из кусочков глины.



Разрез птичьего гнезда, состоящего из глины.

Птицы-печники. Птицы, живущие в тропиках, строят из глины, которую они смешивают со слюной, гнезда, состоящие из двух отделений. Гнездо выглядит почти как хлебопекарная печь. В нем птицы могут спокойно высиживать птенцов, здесь они защищены от врагов. Стенки гнезда очень толстые, так что требуется время, чтобы оно нагрелось, находясь в несколько затененном месте. Когда гнездо становится по-настоящему теплым, солнце уже заходит. В прохладные ночи птицы практически обеспечены регенеративным отоплением. ■

Гнезда ласточек. Многие виды ласточек строят гнезда из глины и земли, скрепляя их слюной. Городские и деревенские ласточки, например, располагают свои гнезда в нишах стен и под крышами домов. Таким образом, они дополнительно защищены. Горные ласточки строят целые колонии из природного строительного материала. ■

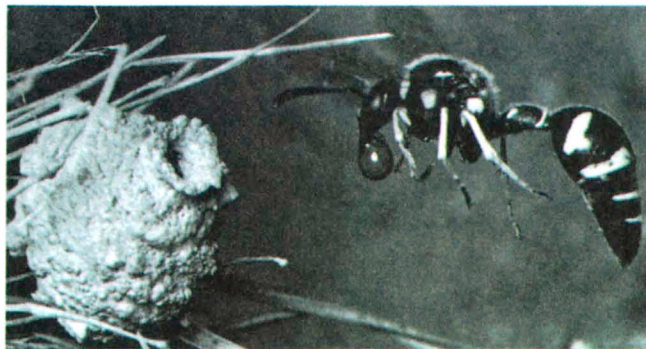
Гнездо осы. Большая пилульная оса создает керамическую постройку со множеством отделений, в которые она откладывает свои яйца. Массивное и крепкое строение защищает отложенные яйца от непогоды и врагов.

Меньшая по размеру пилульная оса тоже использует глину для строительства гнезд. Глиняное гнездо этой осы имеет диаметр 1 см и выглядит как маленький горшочек.

Каждый «горшочек», как детская кроватка, рассчитан на одно яйцо. После того как оса отложила яйца и принесла пищу в гнездо, вход закрывается. Яйца развиваются в личинки, которые, будучи хорошо защищены в своих «горшочках», съедают принесенную пищу и окукливаются. И только осенью, полностью разившись, насекомое выбирается наружу. ■

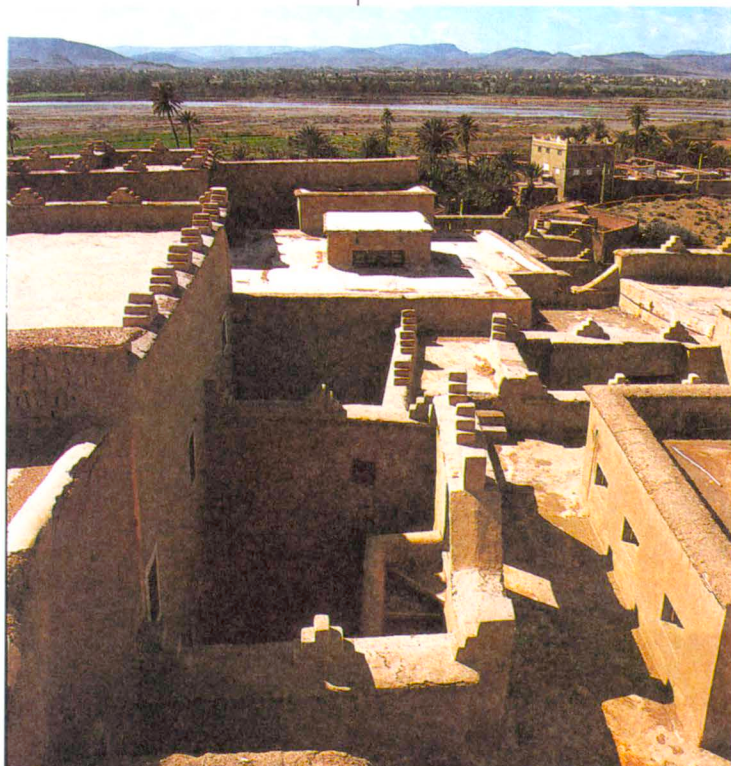


Подлетающая к гнезду оса несет глиняный шарик.



Гнездо из глины, имеющее форму урны, почти готово.

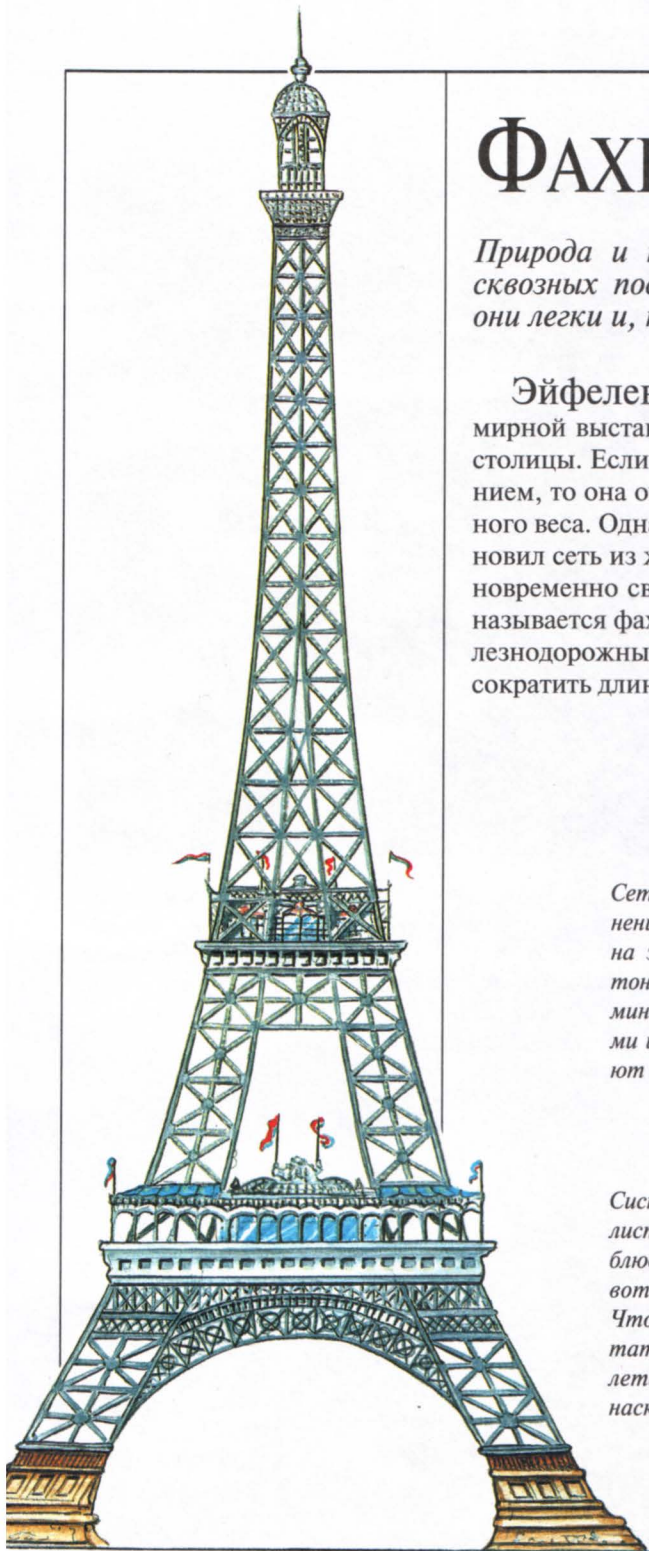
Глиняная архитектура. Глину, укрепленную соломой, использовали как строительный материал еще исконные жители Северной Америки пуэбло, народ догон в Африке, жители древней Персии и малоазиатских частей Турции. Этот строительный материал популярен повсюду, где есть глина. Глина смешивается с кусочками соломы, навозом животных и другими материалами и утрамбовывается. Из этого строительного материала можно вручную построить прекрасные жилые дома. В некоторых регионах глина, высушенная на солнце и переработанная, применяется в виде кирпичей. Глиняные здания очень полезны для здоровья, так как материал легко выравнивает перепады температур: в течение дня здесь относительно прохладно, а ночью относительно тепло, как в гнездах птиц. Кроме того, материал поглощает испарения человеческого тела. Таким образом, глина является недорогим и при этом практичным строительным материалом. ■



Догон, занимающийся земледелием народ, который живет в Западной Африке восточнее Нигера в пограничной области Буркина-Фасо и Мали, строит свои дома из глины.

Берберы, которые жили между Высоким Атласом и Сахарой, на территории сегодняшнего Марокко, застраивали целые области глиняными зданиями.



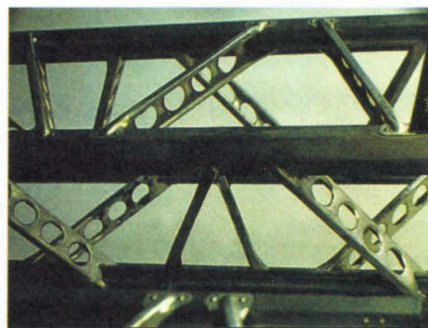


ФАХВЕРК

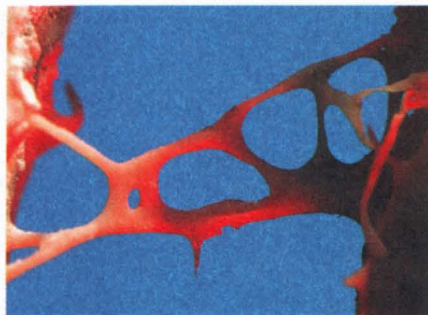
Природа и техника уже давно знакомы с преимуществами сквозных построек: такие конструкции экономят материал, они легки и, кроме того, очень прочны.

Эйфелева башня была построена в Париже в 1889 году ко Всемирной выставке. С того момента она считается символом французской столицы. Если бы башня высотой в 312 метров была массивным сооружением, то она очень скоро начала бы разрушаться под тяжестью собственного веса. Однако инженер и архитектор Густав Эйфель вместо стен установил сеть из железных стоек. Это делает постройку очень прочной и одновременно сводит ее вес к минимальному. Такой способ строительства называется фахверк. Благодаря фахверку стало возможным построить железнодорожные мосты и мосты для городского транспорта, позволяющие сократить длинные пути. ■

Сетчатые раскосные соединения, какие можно видеть на этой картинке, делают тонкие конструкции из алюминия удивительно прочными и одновременно сокращают их вес до минимума.



Системы из костных мозолистых тел мы можем наблюдать у позвоночных животных, особенно у птиц. Чтобы пернатые могли летать, отдельные части скелета должны быть легки, насколько это возможно.



Строение костей. Фахверк (сквозное строительство) является изобретением, которое уже давно известно в растительном и животном мире. Если внимательно рассмотреть разделенную на части кость теллячьей голени, то вблизи суставов можно увидеть множество тонких костных мозолистых тел. Они очень легки, но многократно разветвлены и напластовываются в очень тонкое и чрезвычайно прочное образование по принципу фахверка. Это костное мозолистое образование имеет губчатую структуру. ■

В течение двух лет из 15 000 металлических частей общим весом в 7 300 тонн была создана Эйфелева башня.



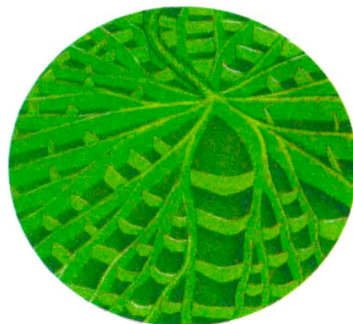
Здания, построенные в технике фахверк, имеют несущую основу — каркас.

Сквозные строения, созданные человеком. Название «фахверк» сначала применялось только по отношению к строительной технике, созданной человеком, позднее оно стало обозначать также постройки животных и растений.

У старых домов, построенных в технике фахверк, каркас выполнен из дерева. Деревянные косяки, тесно связанные между собой, взаимно подпирают друг друга. Промежуточные пространства заполнены каменной, кирпичной кладкой или глиной. В средние века большинство домов, построенных в технике фахверк, были оштукатурены. Но фахверк очень красив, и поэтому его сегодня часто оставляют открытым, однако без защитной штукатурки он быстрее стареет. ■

Плавающий лист большой

кувшинки. Огромные кувшинки встречаются в теплых регионах Южной Америки, у нас их можно увидеть в ботанических садах. Метровый плавающий лист кувшинки выдерживает больших птиц, которые на нем отдыхают, и мог бы выдержать даже двух маленьких детей. Если перевернуть лист, то на нижней его стороне можно увидеть хорошо отработанную систему из шпангута и укрепляющих планок. Одни расходятся во все стороны от центра, другие проходят кругообразно. Расходуется немного материала, кувшинка использует его очень умело. Там, где это необходимо, находятся утолщения (жесткие элементы). Так получается прочная, но чрезвычайно легкая конструкция, которая, кроме того, экономит материал. ■



Сетчатые раскосые соединения придают прочность плавающему листу кувшинки.

Водяной фазанчик охотно опускается на листья кувшинок.



Лист гигантской кувшинки для придания ему большей жесткости загнут по краям. У него также есть приспособление для стока воды. ■

ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Жизнь под землей обеспечивает прекрасную защиту от непогоды и врагов.



Голые кроты живут в горячих песках сухих областей Восточной Эфиопии.

От жилища ведут многочисленные ходы в места охоты крота.

Крот. Под землей всегда влажно и никогда не бывает мороза. Животное, у которого есть соответствующие инструменты для того чтобы копать, может соорудить там широко разветвленную систему ходов и выходов. Это важно для того, чтобы уйти от погони. Если враг поджидает у одного выхода, то можно воспользоваться другим.

Крот использует все преимущества подземного строительства и превосходно оснащен для жизни под землей. Передние лапки, превратившиеся в копающие лопатки, очень сильны и снабжены длинными когтями. Глаза крота весьма малы — под землей они ему не нужны, зато его нос очень восприимчив к запахам. Его водоотталкивающая шкурка не имеет жесткого ворса, как, например, шкура собаки. Таким образом, крот может одинаково хорошо ползти вперед и назад, не цепляясь волосками за стенки ходов.

У крота голого вообще нет шкурки. Он — отличный строитель туннелей. Одни особи роют землю, другие отправляют ее назад к выходу и бегут по цепочке в обратную сторону. Здесь мы имеем дело с хорошо отлаженной системой конвейера. ■



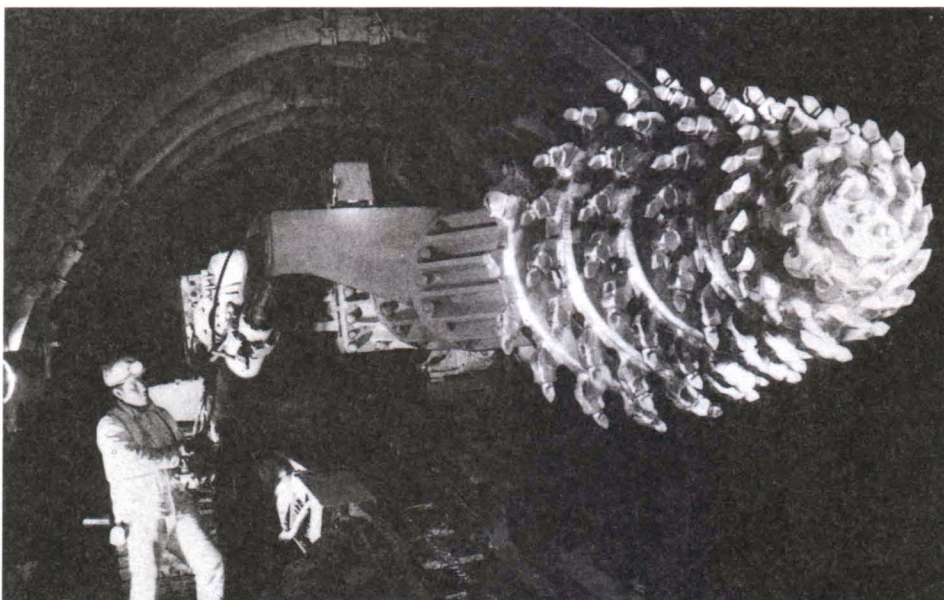


Подземные города жителей Малоазиатского нагорья находятся на глубине нескольких этажей.

Подземные города. Человек не создан для жизни под землей. Чтобы хорошо себя чувствовать, нам нужен свет солнца и свежий воздух. Однако в прошлом люди часто строили подземные помещения и даже города, например, для того, чтобы защититься от врагов.

В Турции и сегодня можно увидеть подземные города, которые были прорублены в скалах в VII—X вв. Некоторые из этих подземных городов находятся под землей на глубине нескольких этажей. Жители прятались здесь от нападения арабов. ■

Горнодобывающее предприятие и подземная дорога. На протяжении многих столетий человек прокладывает системы подземных ходов, чтобы, например, добывать полезные ископаемые. Подземные железные дороги проходят под домами, улицами и реками, разгружая центры городов от транспорта. ■



Под большими городами простирается сеть метро и транспортных туннелей.

С помощью мощных машин прокладываются новые штольни горнодобывающих предприятий. Осколки камней транспортируются конвейерами наружу.

ЖИЗНЬ ПОД ВОДОЙ

Животным и людям для дыхания нужен кислород. Если же они хотят жить под водой, то должны позаботиться о достаточном количестве воздуха.



Паук-серебрянка наполняет свою сеть воздухом, который достает с поверхности воды.

Воздушный колокол паука-серебрянки. Пауки-серебрянки живут под водой внутри наполненного воздухом образования из паутины. Туда они уходят, чтобы высосать добычу и переварить ее. Для того чтобы обеспечить себя достаточным количеством воздуха, паук постоянно должен вносить в свою сеть воздушные пузыри. Для этого он плавает к поверхности. Когда же он опять ныряет в воду, на его длинных волосках повисает большой пузырь. Он приносит его в свое подводное жилище из паутины. Так как воздушный пузырь поднимается вверх, паук должен закреплять свою паутину, как крышу палатки. Создавая противовес подъемной силе, он таким образом удерживает паутину. ■

Водолазный колокол. Водолазные колоколы появились еще в XIX столетии. Но только в последние несколько десятилетий были созданы конструкции, похожие на водолазные колоколы, в которых человек может жить и работать под водой. Шаровидные структуры, находящиеся под водой, открыты снизу. Так как воздух не может уйти вниз, он собирается пузырем в колоколе. В этот колокол снизу могут войти водолазы, так же как паук-серебрянка в свою сеть. ■



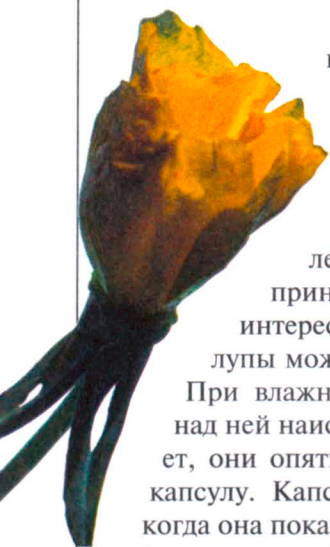
Подводные поселки будущего. Имеется множество разнообразных планов для постройки подводных поселков. Так как из-за подъемной силы постройки стремятся вверх, они должны, подобно сети паука, закрепляться канатами. ■



Так мог бы выглядеть подводный город, в основу организации которого положен строительный принцип паука. Палатки наполнены воздухом и закреплены, в них можно попасть снизу.

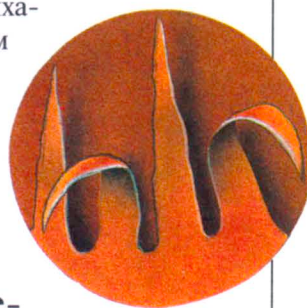
ПОДВИЖНАЯ ЗАЩИТА

Растения защищают свои органы размножения с помощью подвижных защитных конструкций, которые открываются или закрываются по мере необходимости. Может ли человек, глядя на эти защитные конструкции, позаимствовать какие-нибудь идеи для создания крыш?



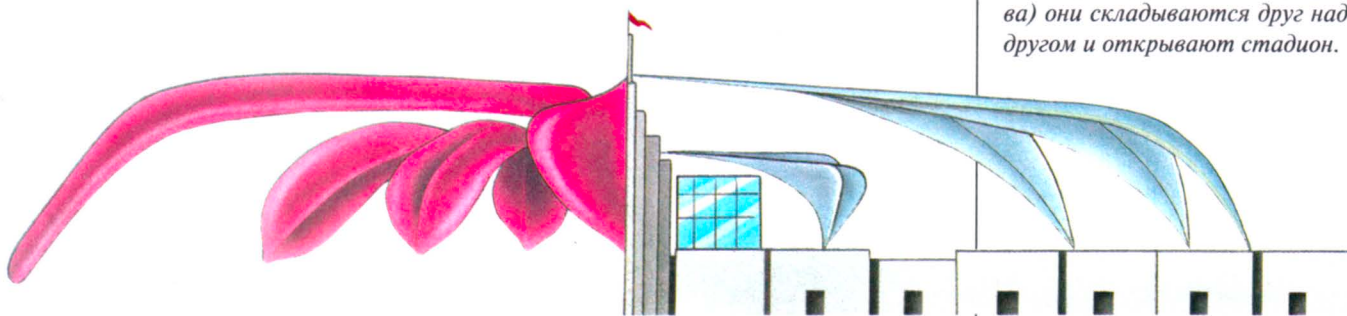
Движение цветков и листьев. Цветки закрываются, чтобы защитить свои чувствительные тычинки от росы и дождя. От сырости пыльца склеилась бы и стала непригодной для опыления. Когда туман рассеивается и облака расходятся, цветки опять открываются. Изменение влажности, так называемые гигроскопические движения, могут воздействовать на сухие лепестки оболочки (см. рамку справа). Гигроскопический принцип действует у лепестков многих цветов, но особенно интересно наблюдать за капсулами со спорами мха. С помощью лупы можно увидеть, что тончайшие зубчики окружают капсулу.

При влажности они закрывают капсулу, вытягиваясь над ней наискосок. Когда внешняя сторона высыхает, они опять загибаются и открывают при этом капсулу. Капсула со спорами подобна солонке: когда она покачивается на ветру, споры могут выбрасываться. В дождь этого не происходит: рассеиванию спор препятствуют гигроскопические зубчики. ■



Лепестки цветка «арена»

Принцип движения лепестков был перенесен в архитектуру. В основе идеи создания стадиона под крышей — огромные лепестки цветков, которые располагаются по кругу. При дожде сегменты крыши, расположенные обычно друг над другом, разъезжаются и закрывают весь стадион. ■



Если склеить два листа бумаги вместе и один из них смочить, то бумага загнется в сторону сухого листа. Причина этого проста: при попадании воды бумага увлажняется и влажная сторона вытягивается. Ученые называют это гигроскопическим движением. ■



Зубчики капсулы мха при влажной температуре вытянуты; при сухой погоде они загибаются.

Лепестки цветка «арена»: при дожде (слева) закрывают стадион, при хорошей погоде (справа) они складываются друг над другом и открывают стадион.



С кокона яйца паука хорошо скатываются дождевые капли.



Песцу нужен теплый мех с длинным ворсом. Пустынной лисице достаточно короткого меха.

Дом в Северной Германии, крытый тростником: стебли тростника укладываются очень плотно друг к другу, так что вода стекает с них и не попадает внутрь.

КРЫШИ, ОТТАЛКИВАЮЩИЕ ВОДУ

Важную роль при строительстве домов играет крыша, которая должна защищать помещения здания от попадания воды.

Кокон яйца паука. Паук изготавливает тонкую «накидку» из водонепроницаемого материала, чтобы защитить отложенные яйца. Этот кокон величиной с кулак имеет форму колокольчика и открывается снизу. Он состоит из того же материала, что и нити паутины. Конечно, он не соткан из отдельных нитей, а представляет собой единую оболочку. Она прекрасно защищает яйцо от непогоды и влажности. ■

Плащ. Когда мы выходим на улицу в дождь, то надеваем водонепроницаемый плащ или берем с собой зонтик. Как с кокона яйца паука с защитной пленкой, с искусственного материала стекает вода, в результате чего человек не промокает. ■

Шкура лисицы. Шкура лисиц состоит из волосков средней длины, слегка покрытых жиром. Когда идет дождь, вода каплями стекает с такой шкуры и не доходит до кожи. Шкуры лисиц различны в зависимости от места обитания животного. Лисица, обитающая в пустыне, имеет короткий негустой мех, песец — длинный и густой, который лучше защищает от ветра и дождя. ■

Крыша из тростника. Подобно шкуре лисицы защищены от дождя и старые дома в Северной Германии. Крыши этих домов покрывали тростником. Отдельный стебель, однако, не может быть водонепроницаемым, но в совокупности они, накладываясь друг на друга, образуют плотное и не пропускающее воду полотно. ■





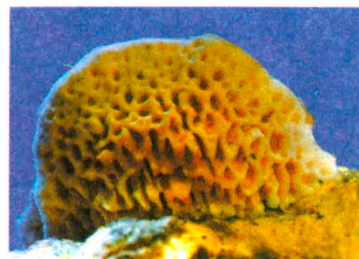
Между плотно расположенными друг к другу пластинками вырабатываются споры. Шляпка гриба защищает споры от дождя и росы.

Грибы защищают свои споры. Как в трубках, так и на пластинках грибов есть органы, которые вырабатывают так называемые споры — чрезвычайно маленькие, очень тонкие частицы, с помощью которых грибы размножаются. Для того чтобы они высыпались, вокруг должно быть совершенно сухо. Как только появляется хотя бы капля воды, споры превращаются в густую кашу и не могут выпасть. В этом случае гриб не сможет размножаться. Шляпка гриба, таким образом, выполняет важную функцию: позволяет воде стекать и не пропускает ее. При этом она имеет гладкую поверхность. У более старых грибов верхняя пленка разрывается и образует чешуйки, которые располагаются друг над другом, как черепица на крыше. В этом случае шляпка гриба лучше всего отталкивает воду. ■



Купола древнерусских церквей. Купола древнерусских церквей построены по принципу грибов.

Они покрыты дранкой внахлест, подобно тому как располагаются чешуйки на шляпке гриба. Вода стекает с одной дранки на другую и не попадает внутрь здания. ■



Эта губка на дереве очень напоминает трубчатый гриб.

Тот, кто повернет шляпку гриба, сразу определит, к какой группе он относится. Биологи различают трубчатые и пластинчатые грибы. У представителей первой группы на нижней стороне шляпки можно видеть мельчайшие трубочки, которые располагаются очень плотно друг к другу. Если внимательно рассмотреть их, то можно увидеть многочисленные отверстия трубочек. Пластинчатые грибы образуют лучеобразные пластинки. ■



У некоторых грибов на верхней стороне расположено множество чешуек, благодаря этому они хорошо отталкивают капли дождя, как и дранка древнерусских церквей.

Некоторые животные тоже способны использовать мельчайшие капельки тумана. В очень сухой африканской пустыне Намиб большие жуки-чернотелки стоят с поднятой задней частью тела в пелене тумана, который поднимается только рано утром. Конденсированные маленькие капельки сливаются и текут вниз в область рта. Там жуки слизывают их. Это единственный источник воды для чернотелок. Этот способ у жуков позаимствовал человек. В областях с малым количеством воды расставили «сети для тумана». Туман падает капельками воды в сети, стекает в отводные трубы и подается в деревни как питьевая вода. ■

На длинных иголках канарской сосны туман конденсируется в капли воды.

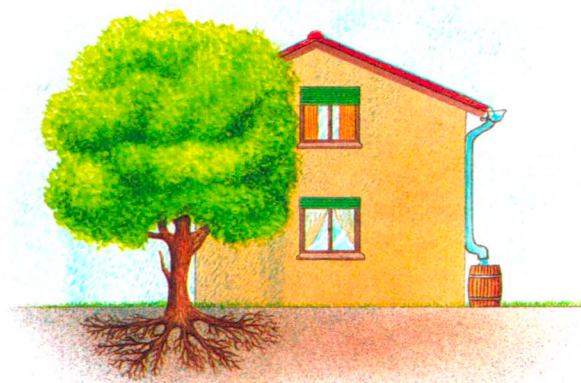


НАКОПИТЕЛИ ВОДЫ

Без воды нет жизни. Люди, животные и растения одинаково нуждаются в ней.

Раскидистая крона и водосточные трубы. Деревья в основном получают воду благодаря своим тонким всасывающим корням, которые доходят точно до того места, где крона сбрасывает воду. Таким образом, большая часть дождевой воды не пропадает даром, а подводится прямо к всасывающим корням.

Вода представляет большую ценность, поэтому мы должны расходовать ее экономно. Дождевую воду, например, можно собирать в бочки, куда она стекает из водосточных труб. Этой водой потом можно поливать сад. Воду, которую сразу не могут использовать, собирают в накопители. Деревья накапливают воду во влажной почве, в которой расположены их всасывающие корни. ■



Природа демонстрирует нам оптимальное использование воды.

Туман. На Тенерифе растет канарская сосна. Там, где каждый день поднимается влажный туман, иголки сосны очень длинные (20 см) и тонки. На них туман конденсируется в мельчайшие капельки. Они сливаются друг с другом и большими каплями падают точно к месту расположения всасывающих корней. ■



Высоко поднятой задней частью тела чернотелки собирают воду.

ОТОПЛЕНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА

Термиты используют тепло солнечных лучей, чтобы кондиционировать свои постройки. Человек использует для отопления и кондиционирования воздуха дорогое топливо, которое должен производить: электрический ток, газ, нефть. Однако сегодня для этого все больше и больше используются солнечная энергия и энергия ветра

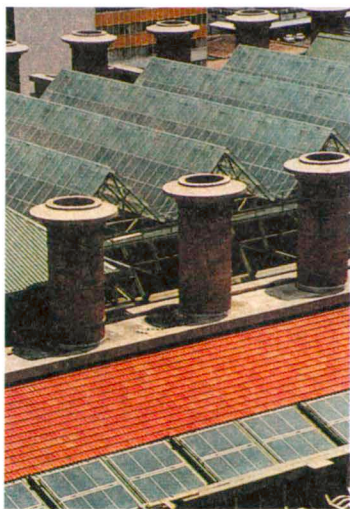


СОЗДАНИЕ НУЖНОГО КЛИМАТА С ПОМОЩЬЮ СОЛНЦА

То, что солнце согревает, знает каждый ребенок. Однако его силу можно использовать и для охлаждения зданий. Многие животные используют солнце для отопления и охлаждения и, таким образом, сберегают огромное количество ценной энергии.

Постройки термитов. Термиты создали хитроумные установки для кондиционирования воздуха. В центре высоких построек термитов расположено жилое помещение и огороды для грибов, которые создают, чтобы выращивать пищу. Десятки тысяч термитов живут в такой постройке. Но термиты заботятся не только о пище, но и о тепле. Поднимающийся вверх теплый воздух с помощью разветвленной системы трубок отводится из внешней стены вниз, в «подвал». Там он остывает и увлажняется. Затем опять поднимается вверх, и цикл продолжается. Большей частью это происходит ночью. Днем солнце нагревает внешние стены. Теперь воздух должен подняться и направиться в противоположном направлении по этажу. Таким образом, работает система кондиционирования, которая приводится в действие с помощью энергии солнца. Кроме того, термитам, которые при дыхании выделяют углекислый газ, нужен кислород. Большинство построек плотно закрыты, но кислород должен каким-то образом поступать в помещение, а углекислый газ, соответственно выводиться из него. Так как строительный материал пористый, двуокись углерода может выводиться наружу по трубкам, которые проходят прямо под наружной стеной, по ним же в помещение может поступать кислород. Таким образом термиты комбинируют кондиционирование воздуха с газообменом.

Эта прорезанная постройка термитов представляет собой разветвленную систему комнаток.

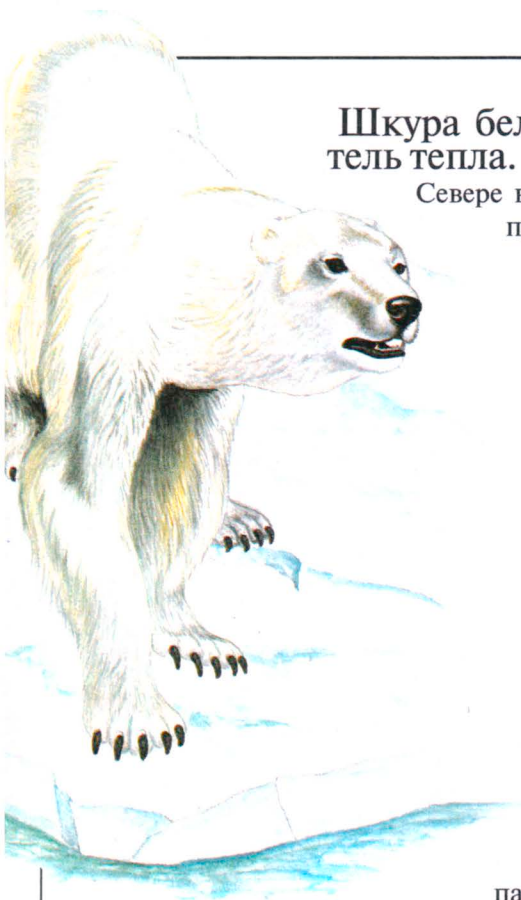


«Камин» в здании в Хараре, Зимбабве.

Кондиционирование зданий. Некоторые термиты устанавливают на своих постройках длинные трубки для проветривания, по которым уходит теплый воздух. Архитекторы внимательно изучили эти строения и взяли их принцип на вооружение. Так, в африканском Хараре есть здание с длинными «каминами». В них поднимается теплый воздух, холодный воздух идет вниз, таким образом, здание охлаждается без затрат на электроэнергию. ■

«Камин» термитов в Эфиопии.



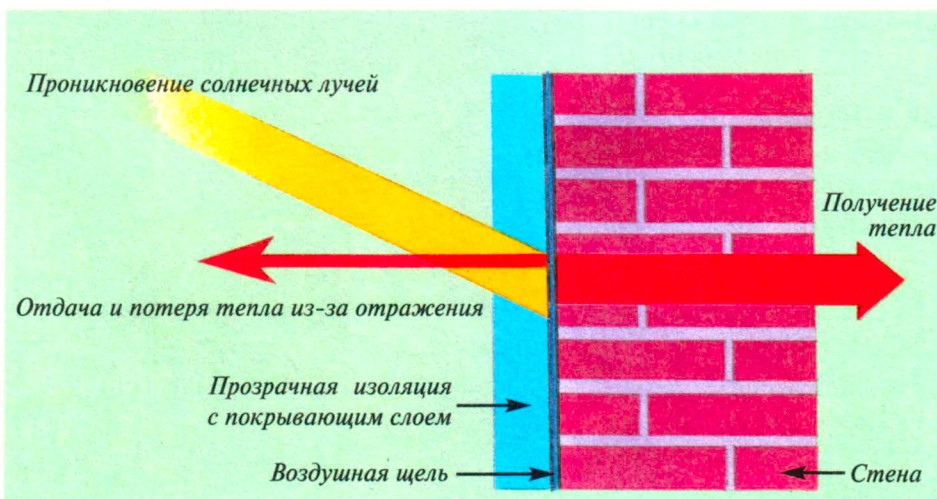


Шкура белого медведя как улавливатель тепла.

Белые медведи, как известно, живут на Севере во льдах. Их шкура белая, потому что прозрачные волосинки полые. Воздух попадает в эти полые пространства, и они кажутся белыми. Внутри полого волоска находится цилиндрическое отверстие. Лучи света, попадая в него, отражаются и направляются к основе волосков на коже белого медведя. А кожа белого медведя черная! Если положить черный камень на солнце, то он нагреется быстрее, чем белый камень того же размера. Он поглощает тепловые лучи и тем самым нагревается. Точно так же попавшие в шкуру лучи нагревают черную кожу. Белый медведь постоянно носит с собой своеобразную кондиционирующую установку!

Тепловые лучи, уже однажды попавшие в шкуру, не могут ускользнуть, так как между волосками находятся мельчайшие воздушные подушечки. Они действуют как изоляторы. Шкура белого медведя собирает тепло лучей и не дает им уйти. ■

Воздушные подушечки — изоляторы. Волоски белого медведя улавливают тепловые лучи, а изоляцию обеспечивают многочисленные мельчайшие воздушные подушечки, которые находятся между волосками. Замкнутые воздушные подушечки действуют как изоляторы, так как воздух является очень плохим проводником тепла. Ни тепло, которое производит сам белый медведь, ни тепло, которое улавливают его волоски, не может уйти: животное наилучшим образом приспособлено к условиям Арктики. ■



Волоски белого медведя действуют как улавливатели света. Места, не покрытые волосками, дают возможность увидеть, что кожа белого медведя черная.

Белый медведь использует принцип просвечивающего изоляционного материала. Техника многократно обращалась к этому. Соединяя со стеклянной пластиной множество мельчайших параллельно идущих трубочек из стекла и искусственного материала, создают световоды и проводники тепла, которые могут действовать как прозрачный изолирующий материал.

Так, с южной стороны домов можно построить вместо обычных стен такие, которые зимой будут пропускать тепловые лучи и не выпускать их обратно. При этом оптимально будет использоваться тепло солнца, и жители домов получат бесплатное отопление. Летом трубки, конечно, следует закрывать, иначе в помещении будет слишком жарко. ■

Прозрачный изоляционный материал позволяет улавливать солнечное тепло. При строительстве домов это оказалось прекрасным методом, позволяющим сократить расходы на отопление.

ЗАЩИТА ОТ ХОЛОДА. ШКУРА И ОДЕЖДА

Животные постоянно носят свою одежду — оперение и шкуру. Люди меняют одежду в зависимости от температуры.



С помощью своей теплой толстой шкуры горностаи и заяц-беляк оптимально приспособились к зимним условиям.

В то время как животные защищаются от холода своей шкурой, человеку, чтобы не замерзнуть, нужна теплая одежда. Для этого всегда использовались шкуры животных или пух гусей и уток. 5000 лет тому назад начали производить материалы из натуральных волокон: волокна овечьей шерсти сплетали в нить, из нитей потом ткали сукно. Шерстяные материалы удерживают тепло, так как маленькие воздушные подушечки между нитями препятствуют потере тепла телом. Наряду с хлопком и овечьей шерстью в дорогостоящую пряжу перерабатываются шерсть верблюдов, альпак и кашмирских коз. Сегодня производят множество химических волокон, в частности микроволокна. Часто они используются для изготовления спортивной одежды, например, для зимнего спорта. Эти материалы теплые, дышащие и водоотталкивающие. ■

Шкура как изолятор. Множество диких животных разгуливают по снегу в разгар зимы при -20°C градусах и не мерзнут. Их защищает шкура, являющаяся хорошим изолятором. При этом волоски шкуры часто бывают очень длинными. Это относится как к арктическим животным, например песцу, так и к волку, горностаю и зайцу-беляку. Волоски их шкуры располагаются друг над другом так, что получается множество мельчайших воздушных пространств. В действительности же изоляцию тепла обеспечивают не волоски; замкнутый воздух, как в случае с белым медведем, не выпускает тепло, производимое самим животным, оно остается под поверхностью меха, и животное не охлаждается. ■

Тепло тела и одежда. Человек тоже производит тепло. Это становится совершенно очевидным, если у кого-то поднимается температура и мы кладем ему руку на лоб. Но и в обычном случае, когда человек просто сидит на стуле, его тело производит тепло. Однако этого тепла не хватает, чтобы согреть нас, поэтому мы надеваем одежду. Даже когда летом начинает дуть ветер, нам становится холодно. Чтобы защититься от этого, мы надеваем жакет. Одежда обеспечивает то, что тепло сохраняется, а не уносится ветром и не отдается с потом. Если человек работает, например валит деревья, теплоотдача повышается во много раз; теплая одежда тогда больше не нужна. Напротив, в этом случае важно отдать тепло, иначе можно перегреться. Поэтому лесорубы носят даже зимой легкую одежду. ■



Что делают животные, когда очень жарко?

Если у животного слишком длинная шерсть, то тепло сохраняется, и в разгар лета можно получить тепловой удар. То, что хорошо зимой, плохо летом. Как решают животные эту проблему?

Наряду с участками с густой шерстью у животных есть также потогонные места, на которых шерсть тонкая. Ламы, викунии и гуанако в Андах Южной Америки имеют разную по длине и густоте шерсть на спине и на животе. Самая тонкая шерсть на животе между задними ногами. Эти места животных могут отдавать тепло. Им нужно только расставить лапы и пропустить сквозь них ветер. Живот сразу охлаждается, а с ним и все тело животного. Если становится холодно, они сдвигают лапы и участки незащищенной брюшной части значительно уменьшаются. В том случае если животные свиваются клубком на земле, то их брюшная часть почти полностью защищена. В этом случае тепло тела не может уйти, и животным тепло. ■



Викунья (слева) и лама (справа) регулируют температуру с помощью шерсти.

Одежда на смену. Если становится холоднее или теплее, люди надевают более теплую или более легкую одежду. А что делают животные? Они не в состоянии так легко приспособиться ко времени года, так как не могут просто снять свою шкуру. Но они могут ее поменять. К примеру, у горностая зимой длинный густой белый мех, летом — короткий коричневый, лишь кончик хвоста остается черным.

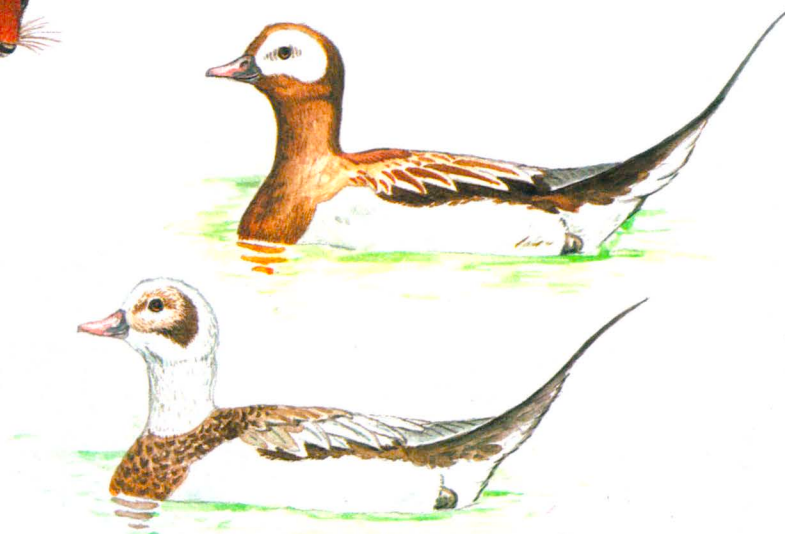


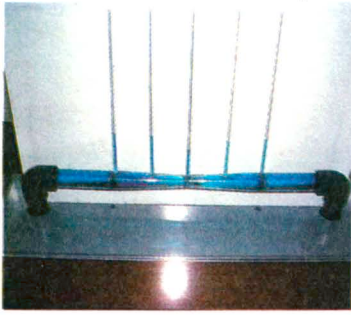
Горностай в «летней одежде».

чаще всего в зависимости от времени года. Смену оперения называют линькой. Конечно, птицы меняют маховые перья своих крыльев не все сразу, так как тогда они не смогли бы летать. Перья выпадают одно за другим, чаще слева и справа теряются одинаковые маховые перья. ■

Птицы тоже могут поменять свою одежду — оперение, они делают это

Многие утки меняют свое оперение: летнее (вверху) и зимнее (внизу).





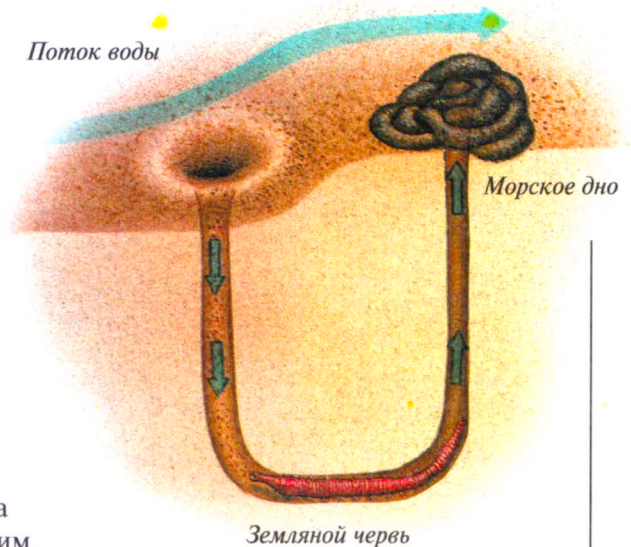
В Мюнхенском музее был поставлен следующий опыт: замкнутую систему трубок наполнили синей жидкостью. В вертикальных трубках с повышением уровня воды жидкость остается на одном уровне, это означает, что давление везде одинаковое. Когда жидкость начинает течь, падает уровень жидкости в средней трубке, это показывает, что давление в более узкой части трубки, где жидкость должна течь быстрее, снизилось. Таким образом, сужение потока вызывает снижение давления. ■

Если в прериях дует ветер, то воздух из постройки автоматически откачивается.

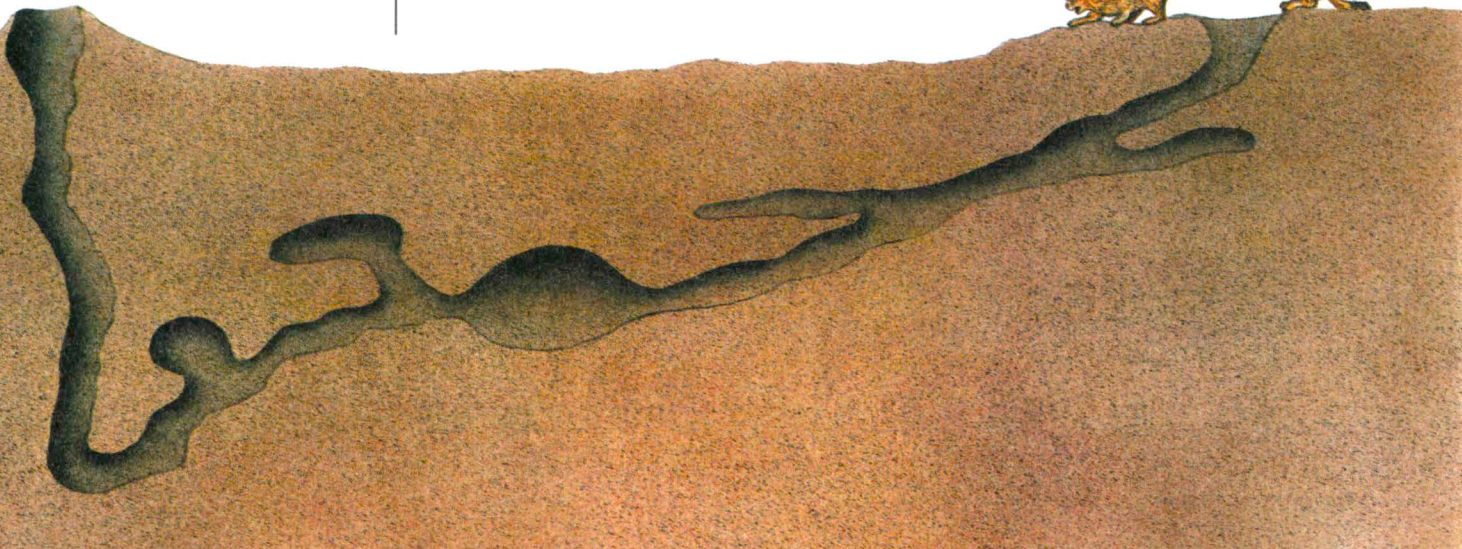
ОХЛАЖДЕНИЕ

Человек часто проветривает и охлаждает помещения с помощью вентиляторов и кондиционеров, работающих от электрического тока. Животные делают это искуснее. Они так строят свой дом, что ветер и влага земли обеспечивают его проветривание и охлаждение.

Насос пониженного давления. Живущий в ваттах земляной червь строит свои ходы в форме буквы U с двух сторон песчаной волны. На стороне горки вода течет быстрее. Так возникает сниженное давление, благодаря чему вода всасывается трубкой. Благодаря этому червь быстро добирается до воды, обогащенной кислородом, причем ему не нужно самому качать воду. ■

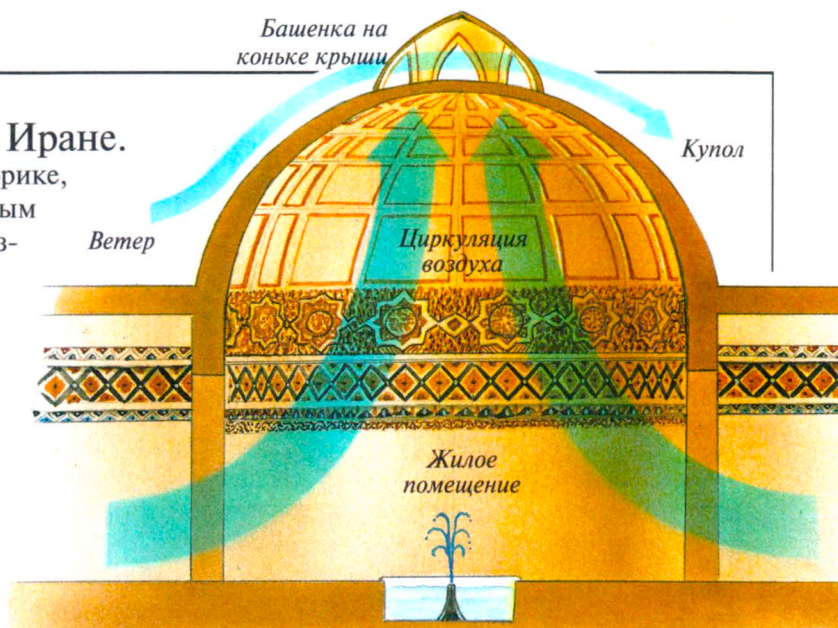


Проветривание. Североамериканская луговая собачка использует ветер, чтобы создать в своем жилище нужные климатические условия. Она строит из земли, выброшенной при рытье норы, на выходе из туннеля «сопку», а другой выход делает плоским. «Сопка» изменяет поток ветра так, что возникает сниженное давление, при помощи которого отсасывается воздух из постройки. Через плоский вход постоянно течет свежий воздух. Таким образом, постройка легко проветривается. Сопка имеет и другое преимущество: благодаря ей вода не течет в постройку. ■



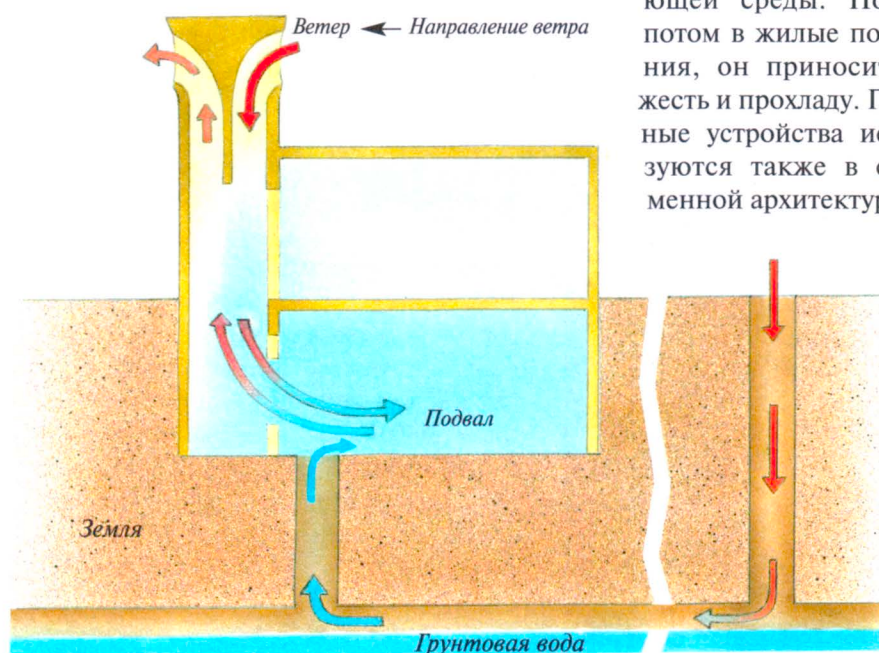
Охлаждение ветром в древнем Иране.

Уже несколько столетий дома, например, в Африке, Индонезии и Иране, строятся с естественным кондиционированием. Они могут служить образцом бесплатного и безвредного для окружающей среды охлаждения и проветривания современных домов. В пустынных местностях Северного Ирана всегда имеется в распоряжении природная сила: равномерно дующий ветер. Древние строители использовали ветер для проветривания и кондиционирования. Мы делаем это сегодня с помощью кондиционеров, которые потребляют много электрического тока. А возможно ли опять заставить работать силу ветра? Несколько столетий назад было обнаружено, что в цилиндрических сводах, которые поставлены перпендикулярно направлению ветра, возникает пониженное давление, если ветер дует поверх них. Это означает, что если сделать отверстие сверху в своде, то ветер впитает наиболее теплый воздух изнутри, а более холодный может потечь через боковые отверстия. Если строят цилиндрический свод над цистерной, то вода испаряется и посредством испарения происходит охлаждение. Ветер обеспечивает, таким образом, охлаждение запаса воды! Принцип прост: необходимо использовать бочку или яйцевидный купол, который сверху имеет отверстие! ■



Ветер, дующий над куполом, всасывает теплый воздух изнутри. Более прохладный воздух поступает через боковые отверстия.

Ветряные башни. Древние иранцы строили специальные ветряные башни. Ветер, дующий сбоку, улавливается башенками, находящимися на коньках крыши и поступает по каналам вниз. Неглубоко под поверхностью земли расположены жилые помещения. Этот воздух попадает не прямо в комнаты, а проходит сначала несколько десятков метров по шахте под землей. Здесь поток ветра охлаждается и вбирает в себя влагу окружающей среды. Попадая потом в жилые помещения, он приносит свежесть и прохладу. Подобные устройства используются также в современной архитектуре. ■



Ветер, дующий сбоку, улавливается башенками, находящимися на коньках крыши и поступает по каналам вниз. Неглубоко под поверхностью земли расположены жилые помещения. Этот воздух попадает не прямо в комнаты, а проходит сначала несколько десятков метров по шахте под землей. Здесь поток ветра охлаждается и вбирает в себя влагу окружающей среды. Попадая потом в жилые помещения, он приносит свежесть и прохладу. Подобные устройства используются также в современной архитектуре. ■

Залы и закрытые спортивные стадионы часто планируются так, что потребность в механическом проветривании не возникает. С помощью компьютерных программ рассчитывают, как лучше всего устранить отработанный воздух и вредные газы. ■

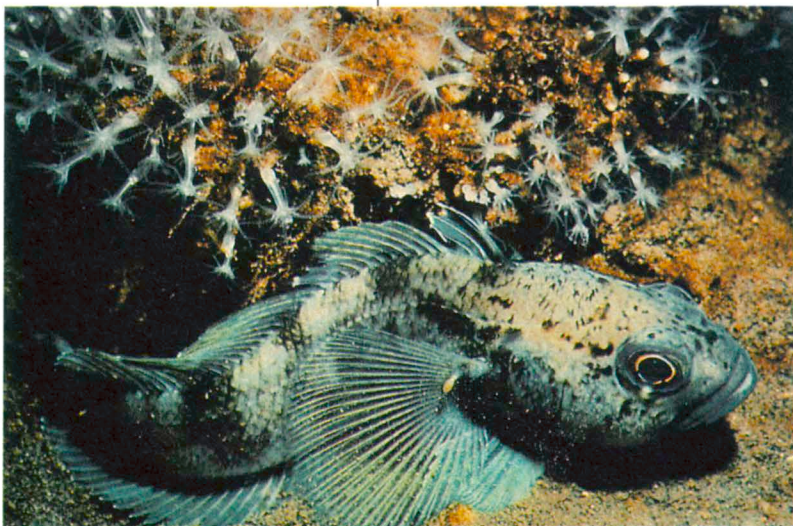
Ветер всасывает теплый воздух, поступающий воздух дополнительно охлаждается посредством испарения грунтовой воды.

Некоторые живые существа переносят чрезвычайно высокие температуры, каких люди никогда не выдержали бы. Некоторые бактерии и водоросли живут в горячих источниках, температура воды которых достигает $+90^{\circ}\text{C}$. В воде при температуре $+50^{\circ}\text{C}$, что для человека совершенно неприемлемо, некоторые живые существа чувствуют себя вполне комфортно. ■



Термобактерия
Oscillium vesiculatum,
живет почти при $+100^{\circ}\text{C}$.

Антарктическая рыба
Trematoniis nicolai живет
при $-1,8^{\circ}\text{C}$.



ЗАЩИТА ОТ МОРОЗА

То, что температуру, при которой происходит замерзание, можно снизить химическими средствами, известно не только технике.

Жизнь при минусовых температурах. Каждое живое существо имеет наиболее предпочтительную для себя температуру. Человек лучше всего чувствует себя при температуре $+25^{\circ}\text{C}$. С помощью нагревания или проветривания, более легкой или более теплой одежды мы добиваемся наиболее благоприятной для нашей кожи температуры окружающей среды.

Некоторые животные хорошо чувствуют себя при низких температурах. К таким животным относятся, например, обитатели холодных вод. Рыбы

Антарктики живут в морской

воде, содержащей соль, да-

же при незначительных

минусовых температурах.

Если бы обмен веществ

происходил у них так же,

как у человека, то жид-

кость замерзла бы в клет-

ках и разорвала бы их.

Этому препятствуют сред-

ства защиты от замерза-

ния, находящиеся в организме, ко-

торые распределяются по крови и

другим жидкостям и снижают точку

замерзания до $-2,8^{\circ}\text{C}$. Это означает,

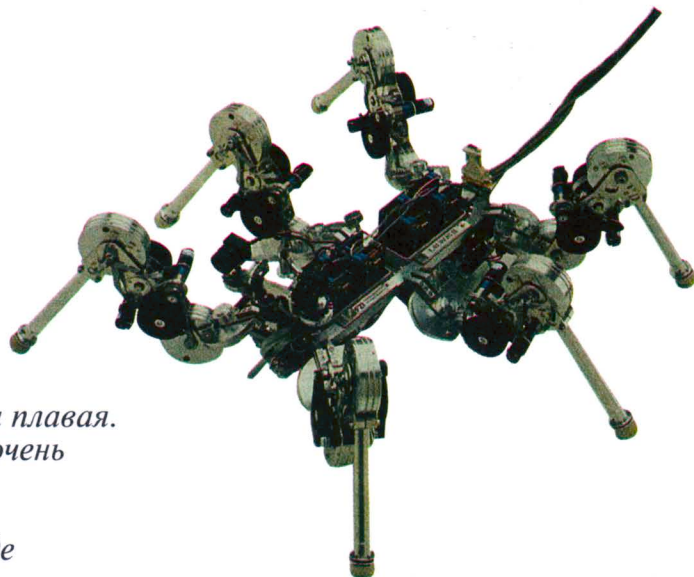
что рыба замерзнет только тогда, когда температура воды упадет до этого

значения. Но в водах Антарктики этого не происходит. ■

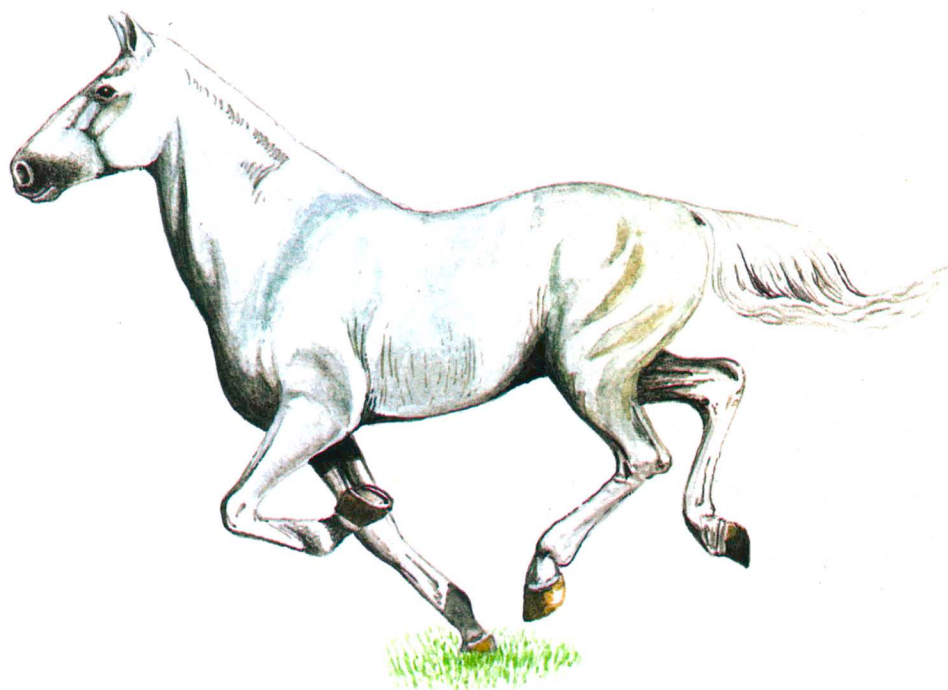


Искусственный охладитель. Человек применяет химические средства, чтобы справляться с холодом. Конечно, он делает это не для собственной защиты. Самым известным является средство защиты от мороза, которое добавляют в воду системы охлаждения двигателя автомашины. Точно так же, как средство защиты от замерзания антарктических рыб, оно препятствует тому, чтобы вода, превратившись в лед, при этом увеличилась бы в объеме и разрушила всю систему охлаждения. ■

БЕГАТЬ, ПРЫГАТЬ, ПЛАВАТЬ — ПО ЗЕМЛЕ И ПОД ВОДОЙ



*Животные передвигаются, бегая, прыгая или плавая.
Для человека передвижение тоже является очень
важным. Нет ничего удивительного в том,
что в этой области наиболее часто можно
обнаружить параллельные процессы в природе
и технике*



БЕГАЮЩИЕ МАШИНЫ И РОБОТЫ

Конечности животных и человека, необходимые для движения, могут служить образцом для создания машин, умеющих ходить, и роботов.

Насекомые бегают на шести лапках. При беге насекомые передвигают каждую из своих шести лапок сначала вперед, а потом назад. Это может происходить очень быстро. Самые быстрые насекомые — тараканы, их скорость составляет примерно метр в секунду. Однако насекомые могут передвигаться и очень медленно, как некоторые большие жуки. При этом все лапки обязательно должны работать. Ответ-

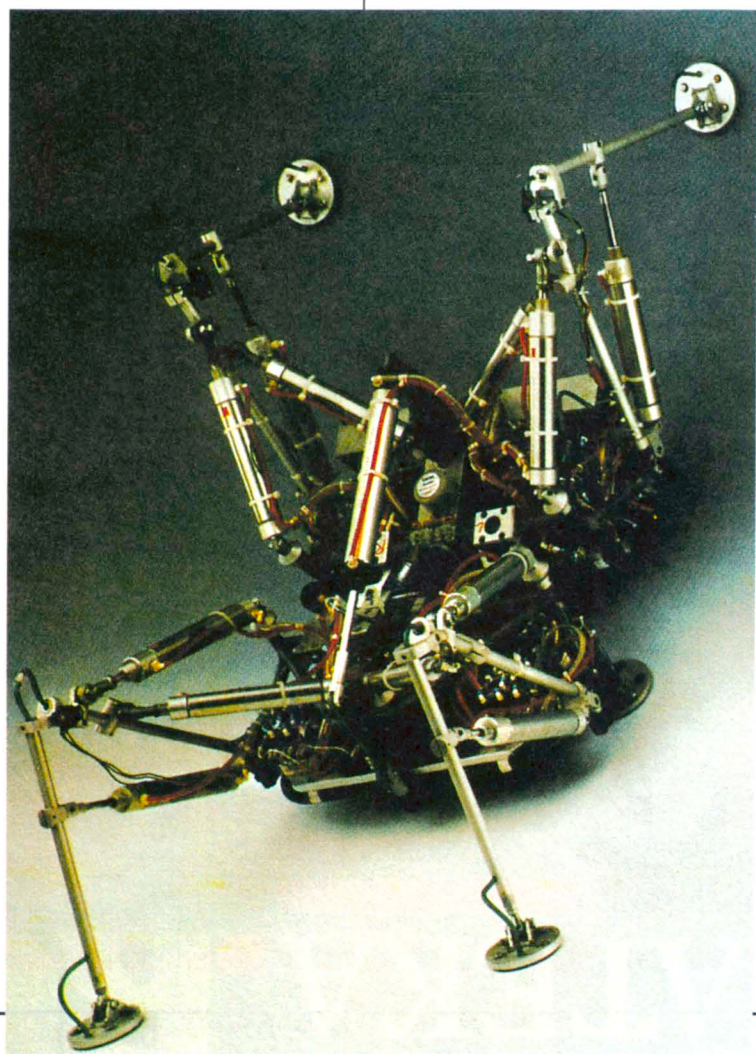
ственной за то, чтобы движение протекало плавно, является нервная система насекомого. Она пронизывает все мускулы ножек и определяет, в каком ритме следует вытянуть лапку вперед, поставить и продвинуть ее назад. ■

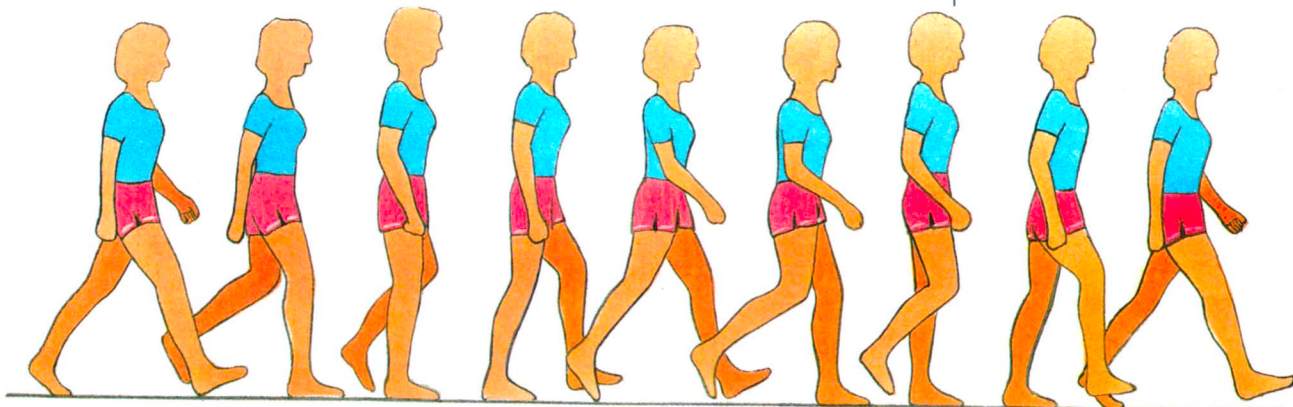
Роботы ходят на шести ногах. Техника досконально изучила, какие движения совершают насекомые при передвижении, и создала ходящие машины, которые работают по тому же принципу. Точно так же, как насекомые, они имеют по шесть ног со всеми их составляющими и суставами. Задачу нервной системы выполняет компьютер, в который заложена программа ходьбы роботов. Шесть ног движутся согласованно.

Эти машины называют также «карактицы-трубопроходчики», так как для них есть особая область применения. Если возникают проблемы с канализацией, то эти трубопроходчики, снабженные маленькой видеокамерой, запускаются в трубу. С помощью снимков, сделанных ими, можно установить, где в канализационных трубах есть неисправность, и целенаправленно приступить к ремонту. ■



Своими ногами трубопроходчики отталкиваются от стенок туннеля. С помощью колес это было бы сделать невозможно.





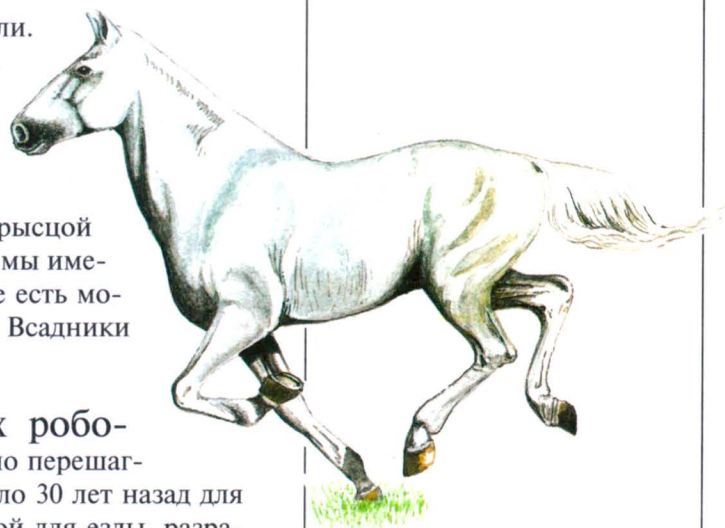
Человек движется вперед. Когда человек идет вперед, он совершает равномерное движение. Если он перемещает свой вес на правую ногу, то поднимается и ставится левая нога. Теперь вес перемещен на левую ногу. Спустя мгновение опять вытягивается правая нога, ставится, и весь процесс повторяется снова. За эту совершенно слаженную, одновременную работу мышц и костей отвечают определенные участки головного и спинного мозга.

При ходьбе хотя бы одна нога всегда касается земли.

При беге же есть моменты, когда обе ноги подняты.

Таким образом, мы регулярно прыгаем на короткие расстояния, не замечая этого. ■

Как бежит лошадь? Животные тоже могут ходить и бегать. Например, лошадь. При беге рысцей постоянно хотя бы одна нога касается земли. Здесь мы имеем дело с одним из видов «ходьбы». При галопе же есть моменты, когда все четыре ноги находятся в воздухе. Всадники называют это фазой «парения». ■



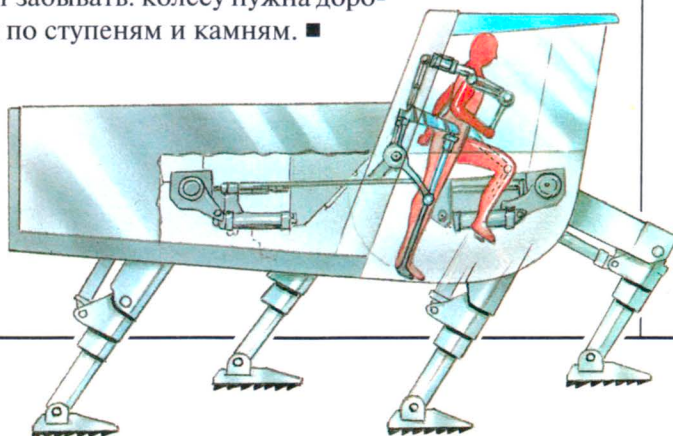
Ходящие роботы вместо едущих роботов? Через поваленные деревья в чаще леса можно перешагнуть, но едва ли их можно переехать. Поэтому около 30 лет назад для транспортировки на местности, не приспособленной для езды, разработали транспортные средства, которые вместо колес имеют ноги.

Чтобы сделать эти транспортные средства более надежными в работе, изучили движения лошади и выяснили, какие из них стабильны, а какие нет. Результаты были использованы для создания ходящих машин. Сегодня опять вернулись к четырехколесным транспортным средствам, так как их производство является более простым. Но для изобретений будущего не следует забывать: колесу нужна дорога, нога же может пройти по ступеням и камням. ■

При ходьбе вес тела всегда падает на одну ногу.

Галоп делится на различные фазы. Определяющим здесь является то, сколько ног одновременно касаются земли.

Проект четвероногой ходящей машины, которая создана в США.





Хорошо замаскированная тундряная куропатка идет по снегу, не проваливаясь.

ШИРОКИЕ ПОДОШВЫ ОБЛЕГЧАЮТ ДВИЖЕНИЕ

Чтобы можно было бегать по мягким материалам, например снегу и песку, нужно сократить вес или распределить его по большей поверхности.

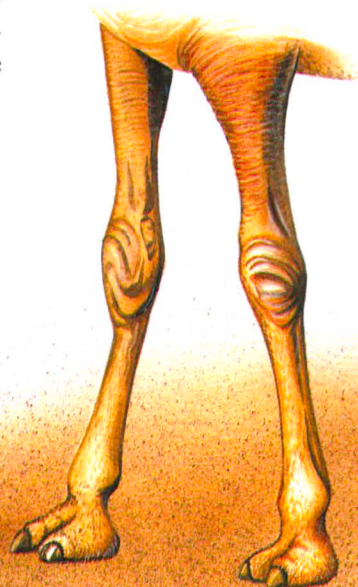
Венок из перьев и густой мех. Животные, которые обитают в снежных областях, должны позаботиться о том, чтобы не проваливаться в снег. Тундряная куропатка для этой цели имеет венок из перьев, который окружает ее лапку. Вес тела, таким образом, распределяется на большую площадь, благодаря этому снижается давление. Зайцы, живущие в северных областях, прекрасно оснащены для того, чтобы передвигаться по мягкому снегу. На своих широко поставленных лапках они имеют густой мех, благодаря чему не проваливаются в снег. В Канаде и на Аляске есть вид северного зайца, которого из-за его очень больших и сильно заросших мехом задних ног называют «заяц-лыжник». ■

Лыжи или снежные ботинки. Если мы гуляем по мягкому снегу, то глубоко проваливаемся и вынуждены выбираться из снега. Идти таким образом очень тяжело, это требует много сил и энергии. Жители снежных северных стран, чтобы не проваливаться в снег, носят на ногах специальную обувь — овальные или круглые деревянные обводы с кожаным плетением. Как венок из перьев белой куропатки, эти обводы распределяют вес тела на большей площади. Благодаря этому уменьшается давление, и мы не проваливаемся в снег. ■

Бродить в дюнах. Песок, подобно свежему снегу, также является очень опасной почвой, ведь и в него можно легко провалиться. У верблюдов, идущих по пустыне, есть особенно широкие копытца. Они помогают сократить давление, так что животные могут бродить по дюнам, не проваливаясь. ■

Спортивная промышленность разработала для любителей горного туризма специальные лыжи, которые действуют по тому же принципу, что и венок из перьев тундряной куропатки.

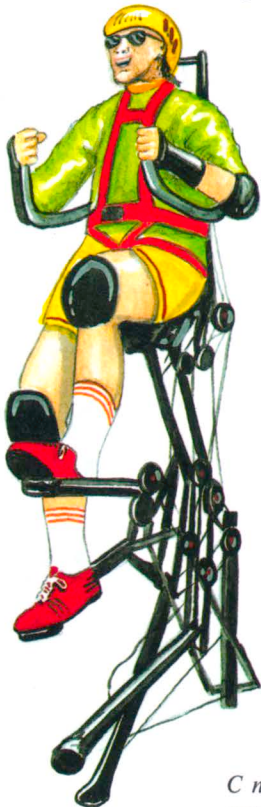
На передних и задних ногах у верблюдов только по два пальца. Две первые фаланги на широкой мягкой подушечке, которая ставится на землю, как подошва.



УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЫЖКОВ

Прыжки в длину стоят огромных сил. Кенгуру, абсолютные чемпионы по прыжкам в длину, показывают нам, как лучше сэкономить энергию.

Специалисты по прыжкам. К чемпионам мира по прыжкам принадлежат кенгуру, живущие в Австралии. Их задние лапы значительно сильнее и длиннее, чем передние. Эти ноги созданы специально для прыжков. Когда сумчатые животные приземляются после прыжка, это происходит очень мягко, так как их лапы действуют подобно пружине. Энергия, которая высвобождается при приземлении, накапливается в эластичных связках и мышцах лап, которые от этого вытягиваются. В несколько секунд они опять собираются, как вытянутая и отпущенная пружина из стали, и переносят энергию в следующий прыжок. Таким образом, кенгуру не всегда должен затрачивать равное количество энергии. Часть энергии последнего прыжка после промежуточного накопления в связках и мышцах используется для следующего прыжка. ■



Приспособления для прыжков.

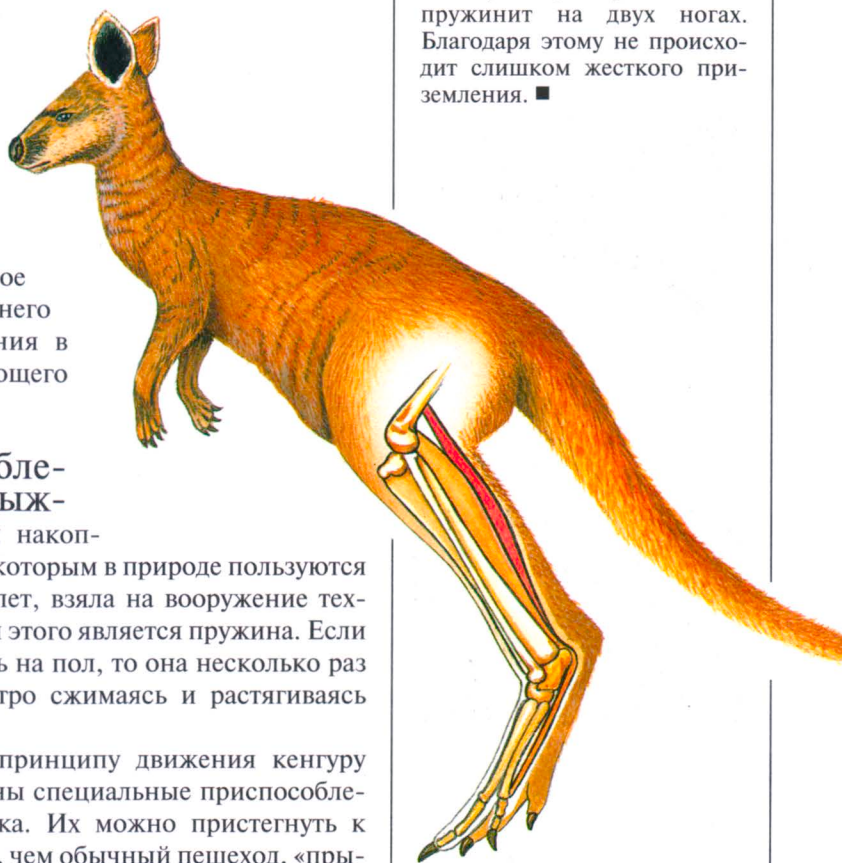
Принцип накопления энергии, которым в природе пользуются уже миллионы лет, взяла на вооружение техника. Примером этого является пружина. Если ее ловко бросить на пол, то она несколько раз подскочит, быстро сжимаясь и растягиваясь при этом.

В подражание принципу движения кенгуру были разработаны специальные приспособления для человека. Их можно пристегнуть к ногам и быстрее, чем обычный пешеход, «прыгать по улице».

Кроме того, существует такое спортивное приспособление, с помощью которого прыжки в длину совершаются один за другим. Уже созданы одноногие и двуногие роботы. Управлять ими непросто, их сложно регулировать, однако они используют энергию очень эффективно, точно так же, как кенгуру. ■

С помощью этого приспособления для бега и прыжков люди могут двигаться, как кенгуру.

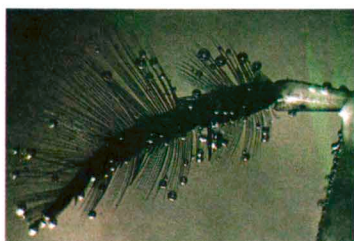
Человек при беге временно находится в прыжке. В некоторые мгновения обе ноги оторваны от земли. Эти моменты, как известно, можно и удлинить. Тот, кто делает больший разбег, совершает прыжки на большее расстояние. Олимпийцы прыгают на 10 метров, а через узкий ручеек может перепрыгнуть каждый ребенок. При этом прыгающий сильно отталкивается одной ногой, а при приземлении пружинит на двух ногах. Благодаря этому не происходит слишком жесткого приземления. ■



Мышцы икр и мышцы ступни в значительной степени участвуют в прыжке.



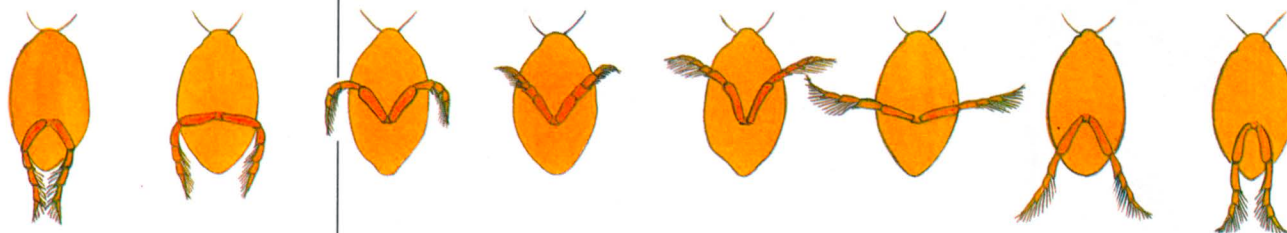
Этот жук живет в спокойных, тихих водах.



Ножка жука с растопыренными волосками, приспособленная для плавания.



Ножка жука с растопыренными листочками для плавания снята растровым электрическим микроскопом.



Продвигая вперед ножку для плавания, водяной жук может развивать лишь небольшую тормозную силу, поэтому при ударе, подобном удару весла, он растопыривает ножку.

ОТЛИЧНЫЕ ПЛОВЦЫ

При помощи сильного удара весел или изящного взмаха плавников по воде движутся жуки и рыбы. Может ли человек научиться их технике?

Плавунцы. Некоторые виды жуков прекрасно приспособлены для жизни под водой. Чтобы иметь возможность лучше продвигаться вперед, плавунцы приспособили свои задние ножки для плавания. Когда они бьют ими, то из-за водяного давления возникает тяга, которая и толкает жука по воде. ■

Весельная техника. Гребцы весельных лодок опускают весла одновременно справа и слева и ударяют ими назад, держа их друг против друга. Весло лодочника состоит из длинной рукоятки, которая остается в воздухе, и ровной плоской пластины, которая опускается в воду. Водные жуки двигают «рукоятку» под водой. Собственная же поверхность «весла» находится снаружи. Эти части ножек такие же плоские, как весла лодки, и покрыты волосками для плавания.

У жуков-вертячек это не волоски, а маленькие листочки, которые нахлестываются один на другой. Так возникает большая поверхность весла. ■

Грести, экономя силы. Возвращая весла в исходное положение, гребцы поднимают их из воды. Водные жуки, напротив, возвращают свои лапки на место прямо в воде. Это значительно труднее. Чтобы сэкономить силы, жук складывает свои волоски и немного вдвигает части ножек друг в друга — так уменьшается торможение. При ударе «весла» водяной жук должен развивать большую силу тяги. Он достигает этого, растопыривая свою лапку. ■



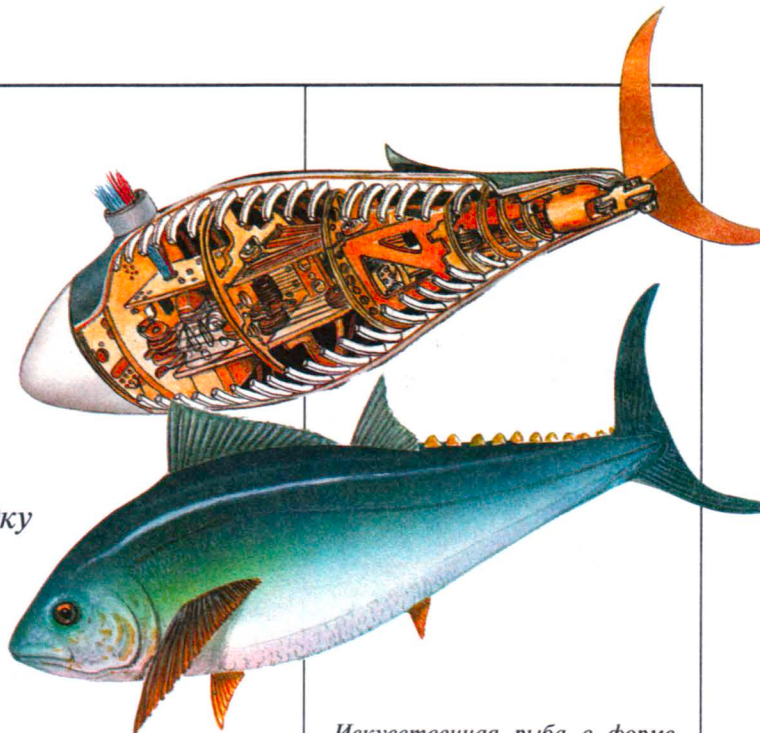
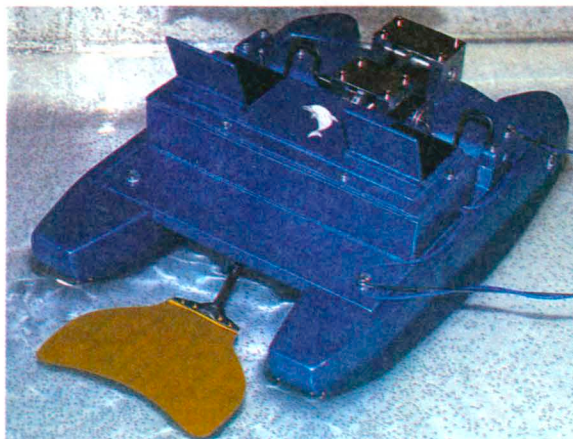
ДВИЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ КОЛЕБАНИЙ

Чтобы подводные лодки могли двигаться, они снабжены вращающимся корабельным винтом. Он создает силу тяги и приводит лодку в движение. В природе также есть подобные приспособления: лапки, плавники и крылья. При движении вперед, тунец машет своим хвостовым плавником слева направо. У дельфинов и китов, напротив, плавник движется вверх и вниз. При этом техника плавания существенно не меняется — в основе ее лежит колебание.

Лодка с «плавниками». В то время как техника использует принцип вращения, природа использует принцип колебания. Можно ли колебание применять в технике?

Инженеры рассчитали, что тяга при колебании плавников эффективнее, чем тяга судового винта, и при этом затрачивается меньше энергии. С конца XIX — начала XX столетия появилось множество патентов, в которых делались попытки приводить в действие лодки и даже субмарины с помощью колебаний. Но только недавно удалось создать настоящие подводные «лодки-рыбы», хотя и небольшого размера. Они приводятся в действие колеблющимся плавником, который похож на плавник тунца. ■

Двойные плавники. Тот, кто плавает с ластами, быстрее продвигается вперед, чем тот, кто плавает без них. Водолазы двигают обоими ластами поочередно. У рыбы же лишь один хвостовой плавник. Дает ли это ей преимущество? Этот вопрос не оставлял изобретателей, и они создали «двойной плавник», который надевается сразу на обе ноги. Чтобы двигать этим большим «плавником», водолазы должны использовать всю мускулатуру ног, живота и спины. Тот, кто научится этому, будет удивлен, как легко он продвигается вперед. Очевидно, что использование только одного большого плавника — лучшее решение проблемы быстрого плавания. ■



Искусственная рыба в форме тунца.



Приведение в действие с помощью плавника находит применение и у педальных лодок.

БОЛЬШОЙ И БЫСТРЫЙ

Пингвины и дельфины, неуклюжие и толстые, похожие на мешки с мукой, великолепно плавают. Определяющим здесь является низкий коэффициент сопротивления.



Несмотря на свою далеко не изящную фигуру, пингвины являются ловкими и быстрыми пловцами.

Толстые пловцы. Часто в зоопарке можно видеть, как пингвины стрелой несутся по воде. При этом они не обладают точеной фигурой, наоборот, они довольно толсты. Дельфины тоже полноваты, но они приводят в изумление своим стремительным движением в воде. Долгое время не понимали, почему объемное тело вызывает такое незначительное сопротивление и благодаря этому может столь быстро плыть. ■

Экономичные самолеты.

Измерения показали, что объемные тела очень удобны для водного плавания и воздухоплавания. Коэффициенты сопротивления у них значительно меньше, чем, например, у выглядящих точеными гоночных автомобилей. Это привело к решению создать пассажирские самолеты с «толстым туловищем». В таком случае они не только расходовали бы меньше горючего, но и могли бы перевозить большее количество пассажиров. Благодаря этому снизилась бы стоимость полета для каждого пассажира. К сожалению, такие фюзеляжи изготовить намного сложнее, чем тонкий, как сигара, корпус. Самолеты с объемным фюзеляжем стоили бы значительно дороже. Если их стоимость будет выше, чем стоимость сэкономленного горючего, то от них откажется любая компания, но в случае роста цен на горючее создание объемных фюзеляжей окажется оправданным. ■



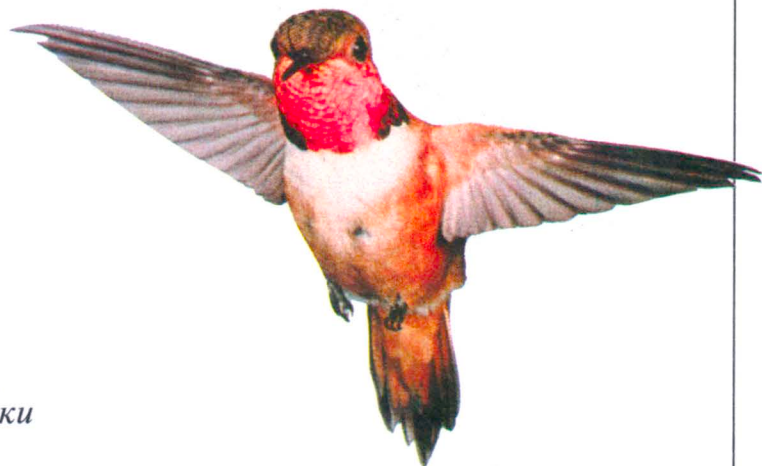
Самолеты с объемным фюзеляжем (вверху) имеют меньший коэффициент сопротивления, чем самолеты с тонким фюзеляжем (внизу).

Техника разработала определенные данные, с помощью которых биолог может успешно исследовать и описывать растения и животных. Типичная техническая величина, полученная при исследовании обтекания, — это коэффициент сопротивления. Сегодня он известен каждому, кто занимается рекламой автомобилей. Сравним быстро двигающиеся тела природы и техники: пингвинов и автомобили. Для сравнения не имеет значения то, что пингвины движутся по воде, а автомобили рассекают воздух. Вода и воздух являются текучей средой, и поэтому такое сравнение правомерно. Автомобиль потребляет тем меньше горючего, чем меньше сопротивление он вызывает. Четырехугольные автомобили для перевозки мебели имеют коэффициент сопротивления, равный 0,8. «Фольксваген-жук» — только 0,4. А как обстоит дело у пингвинов? Для некоторых пингвинов это значение составляет 0,07, а в некоторых случаях даже 0,035! ■



ПОЛЕТЫ И ПЛАНИРОВАНИЕ

*В небе кружатся птицы, по воздуху
летают семена одуванчиков.
Животный и растительный мир знает,
как можно использовать для продвижения
воздух и ветер. Наблюдательные люди
взяли на вооружение изобретения природы.
Так началось развитие авиационной техники*



УНЕСЕННЫЕ ВЕТРОМ

Техника полетов в животном и растительном мире побудила начать исследования в области воздухоплавания. Ученые и инженеры и сегодня обращаются к природе, которая является неисчерпаемым источником новых идей.



Планирование и активный полет. Голубь сидит на краю крыши, смотрит вниз, распускает крылья и планирует без единого взмаха крылом по диагонали вниз. Ветра нет вообще. Если дать ему достаточно места, то голубь может с края крыши пролететь довольно большое расстояние, прежде чем опуститься на землю. При планировании высота теряется. Если планирующий полет совершается в воздухе, поднимающемся вверх, то планирующая птица может даже подняться. В этом случае говорят о планирующем полете в поднимающемся воздухе. В поднимающихся потоках теплого воздуха птицы могут парить кругами; в этом случае их может нести по воздуху несколько километров. Мы можем наблюдать это на примере канюков. При активном полете птицы, насекомые и летучие мыши должны двигать крыльями. Для этого необходима мускульная работа. У самолетов должны работать пропеллеры и двигатели. Для этого нужна мощность мотора. Чтобы получить эту мощность, перелетные птицы сжигают свое горючее — жир, а самолеты бензин. Это топливо используется в течение всего полета. Животные накапливают его в своих жировых тканях, а самолеты в танкерах с горючим. ■

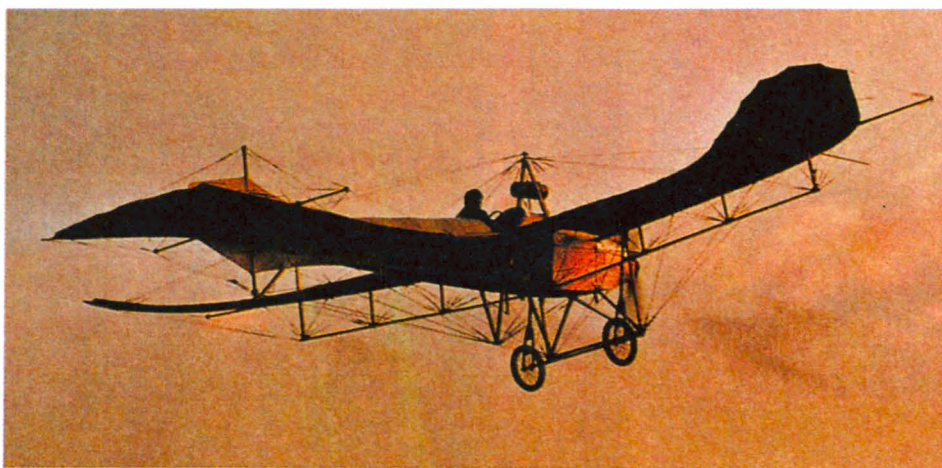


Планирующий полет скворца наблюдается в аэродинамической трубе.

Семена лианы. Тыквообразные соплодия тропических лиан растут высоко в кронах деревьев. Их семена имеют крылышки, загнутые назад. Семена медленно скользят вниз большими спиралевидными движениями, при этом подхватываются ветром, уносятся и разбрасываются. ■



«Голубь» Этриха-Румплера. Австриец Иго Этрих и немецкий фабрикант Эдмунд Румплер сконструировали самолет «Голубь», который перед Первой мировой войной получил широкую известность. При разработке формы крыла этого очень устойчивого самолета конструкторы ориентировались на семена лианы, учтены также были и принципы планирующего полета домашнего голубя. ■

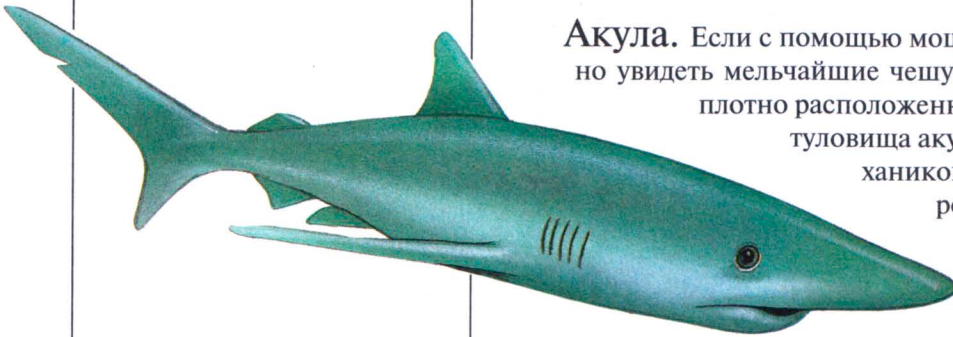


При создании модели «Голубя» Этрих использовал технику строения семян тропической лианы и крыла домашнего голубя.

Орешек лианы находится в центре этой тончайшей структуры.

Если бы домашний голубь стартовал с высоты одного километра, то он мог бы планировать десять километров до приземления. Модели самолетов из бальзового дерева могли бы пролететь 15 километров. Транспортные самолеты большего размера планируют еще лучше. С высоты одного километра «Джумбо» может планировать 30 километров, а хороший планирующий самолет даже 50 километров. Если «Джумбо» летит на высоте 10 километров, то он может планировать примерно 300 километров до соприкосновения с землей. Это происходит благодаря прекрасно выполненным крыльям, которые обеспечивают большой подъем, и фюзеляжу, который имеет незначительное сопротивление. В этом случае говорят, что самолет (или птица) «имеют хорошую аэродинамическую форму». ■

БОРОЗДКИ УМЕНЬШАЮТ СОПРОТИВЛЕНИЕ



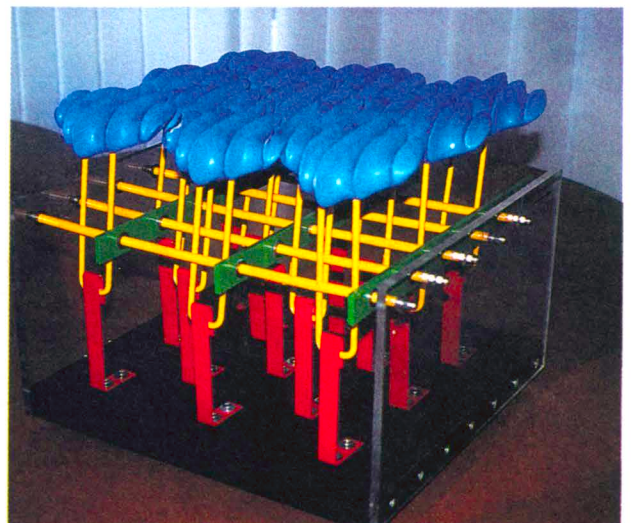
Акула. Если с помощью мощной лупы рассмотреть акулу, то можно увидеть мельчайшие чешуйки, а на чешуйках множество очень плотно расположенных бороздок, которые проходят вдоль туловища акулы. Специалисты, занимающиеся механикой обтекания, установили, что эти бороздки снижают сопротивление. Акуле не нужна большая мощность, так как с такими бороздками на чешуйках она может плавать очень быстро. ■

Если птица или самолет встанут вертикально, то обтекание верхней стороны крыла может прекратиться, противовеса давлению не будет и летающий объект камнем полетит вниз. У птиц этому отчасти препятствует покрывающее оперение, которое автоматически поднимается вверх. В последнее время у планирующих самолетов успешно применяют клапаны на крыльях, которые действуют подобно оперению птицы. ■

Новая оболочка аэробусов. Почему бы не снабдить такими бороздками подводные лодки и самолеты? Тогда при данном количестве горючего они могли бы быстрее лететь или плыть. И, что еще более важно, при заданной скорости они могли бы экономить горючее и поэтому выделять значительно меньше выхлопных газов. И действительно, когда аэробусы покрыли рифленой пленкой, они стали потреблять меньше горючего. Так как горючее очень дорого, это изобретение приняли на «ура» авиационные компании, ведь в таком случае их прибыль растет. Вероятно, в скором времени будут использоваться самолеты с рифленой оболочкой или с поверхностью, покрытой пупырышками, так как ни одна авиационная компания не захочет упустить возможность сэкономить. Такое решение оправдано с экологической точки зрения, так как меньшее потребление горючего означает меньший выброс вредных веществ. ■



Планирующая хищная чайка с поднятым вверх оперением. На правом крыле из этого оперения образовался «карман».



На таких и подобных моделях в берлинском гидродинамическом канале было установлено сопротивление чешуек акулы.

ВЫНОСЛИВЫЕ ЛЕТЧИКИ

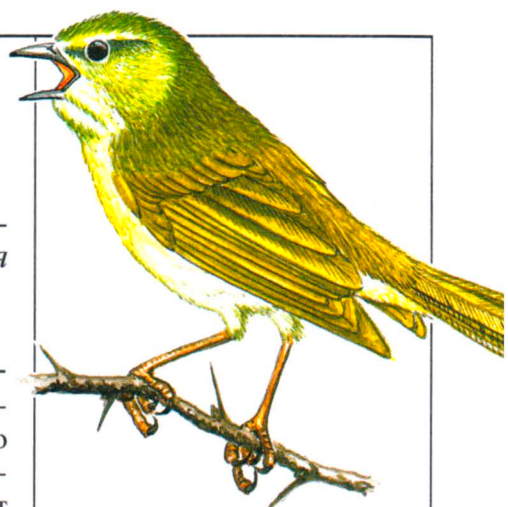
Полет птиц изучался человеком еще в античном мире. Но полеты технических устройств все еще не могут сравниться с искусством полета птиц.



Полеты на короткие и длинные расстояния. Многие птицы ежедневно пролетают в поисках корма несколько километров. Между кормушкой и гнездом садовый краснхвост, например, преодолевает расстояние от 100 до 200 метров, и так много раз в день. Таким образом, за день набирается несколько километров.

Но это ничтожно мало по сравнению с полетами перелетных птиц, которые в зависимости от температуры и времени года перебираются в новые места. Пролететь 1000—2000 километров для таких птиц ничего не стоит. Есть птицы, которые могут без отдыха перелететь Атлантический океан, как, например, черные стрижи, или без посадки перелететь Альпы, Средиземное море и всю Сахару. Такие перелеты можно отнести к достижениям, заслуживающим внимания. Береговые ласточки, например, регулярно летают из Арктики в Антарктику и обратно. При таком полете от Северного к Южному полюсу Земли они преодолевают путь в несколько десятков тысяч километров. ■

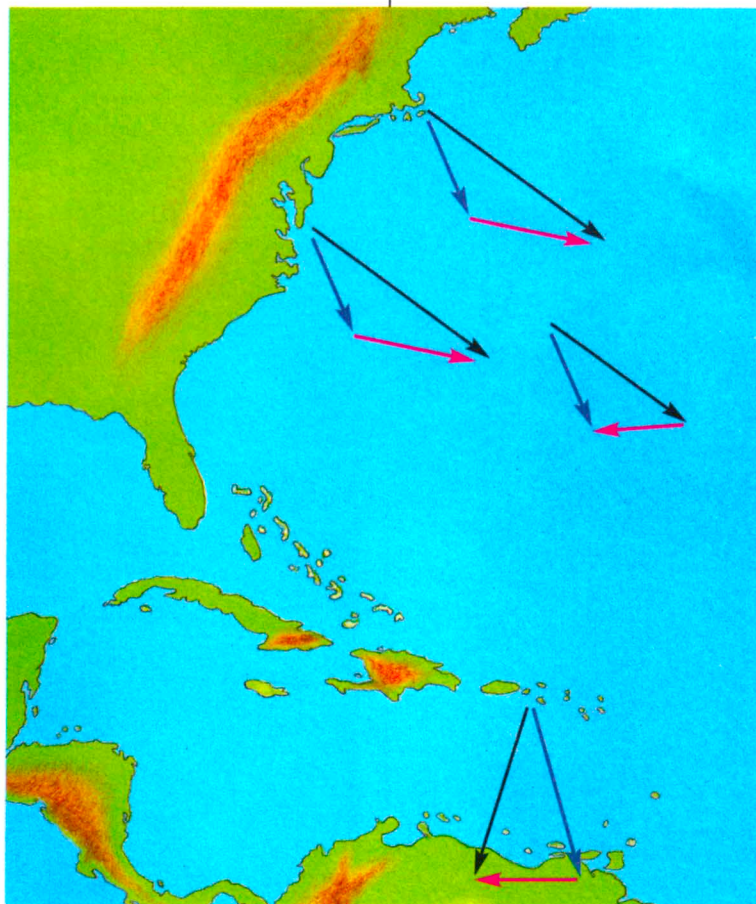
Мировой рекордсмен. Мировой рекорд по беспосадочному перелету принадлежит американским лесным певунам. С североамериканского побережья, например от мыса Код, они летят в направлении юго-востока и при этом могут смеяться ветрами, дующими с северо-запада. Это значительно экономит энергию. До Бермуд они летят приблизительно 18 часов. При своем дальнейшем полете они все больше и больше попадают в область усиливающегося пассата с Востока. Они пролетают через Антигуу, Барбадос, Тобаго в направлении юга и даже юго-востока. Таким образом лесные певуны попадают на южноамериканский материк. На расстояние от Бермуд до Антигуи они затрачивают 48 часов, следующие 18 часов длится полет до северного побережья Южной Америки, когда же они прибывают туда, то их беспосадочный полет насчитывает уже 84 часа. ■

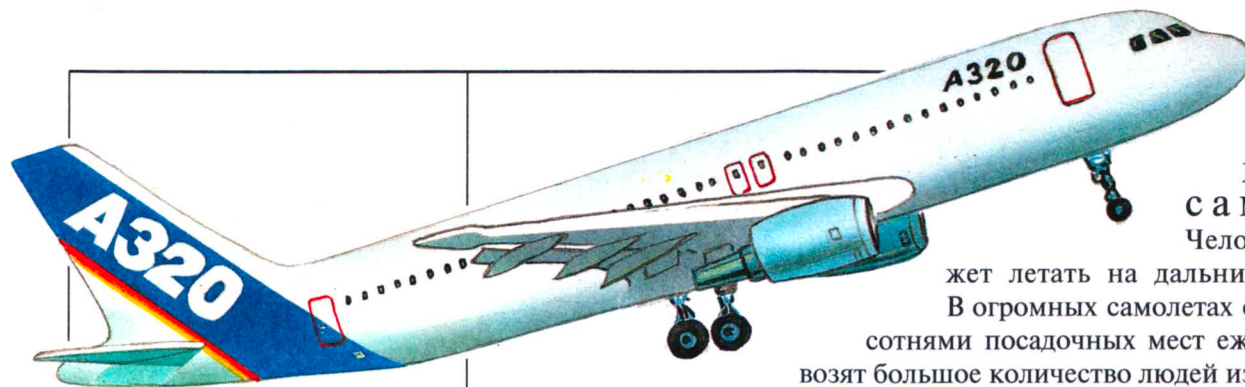


Американский лесной певун.

Садовый краснхвост — прилежный летчик.

-  Направление полета.
-  Направление ветра.
-  Результирующее направление полета.





Пассажирские самолеты.

Человек тоже может летать на дальние расстояния.

В огромных самолетах с несколькими сотнями посадочных мест ежедневно перевозят большое количество людей из Европы в Австралию, из Азии в Африку и обратно.

«Джумбо-Боинг 747-400» имеет длину 71 метр, его вес при вылете составляет 395 тонн. Он летит с огромной средней скоростью 925 км/ч, в секунду проходя расстояние в 3,8 раза превышающее его длину. Для транспортировки одного грамма ему необходима мощность в 0,5 ватта. После максимального полета «Джумбо-Боинг 747-400» сжигает количество бензина, составляющее 41,3% всей его общей массы. Если сравнить данные колибри и «Боинга», то можно установить удивительное сходство, например при потреблении горючего, но также и большие различия. ■

Самолет на старте.

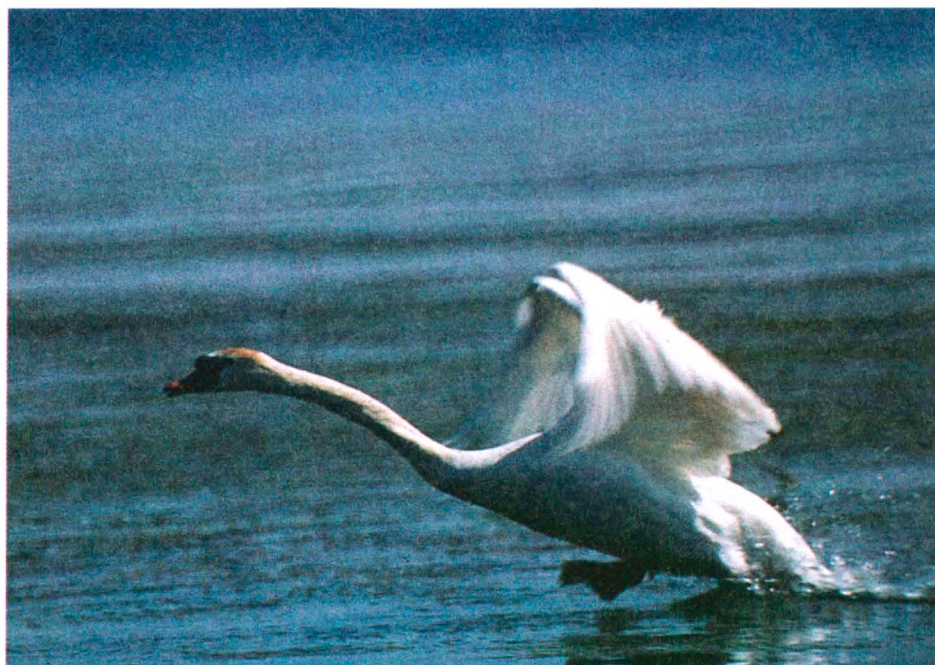
Замечательным летчиком является колибри. Эта птица достигает длины всего 6 см, и в начале полета через Мексиканский залив вес ее составляет 3,8 г. Половина этого веса приходится на жир, который служит горючим. Средняя скорость маленькой птички — 45 км/ч. В секунду она преодолевает расстояние, в 208 раз большее, чем длина ее тела. Для транспортировки 1 г она должна затрачивать мощность в 0,3 ватта. При максимальном полете она сжигает количество жира, составляющее 50% ее веса. ■



На рисунке изображена колибри при вертикальном взлете.

Этот лебедь-шипун бьет крыльями и стартует из воды.

Двигатели этого самолета при взлете поворачиваются вертикально, таким образом, реактивный луч направляется прямо к земле, и самолет взлетает вертикально вверх.



САМОЛЕТ ПОДНИМАЕТСЯ В НЕБО

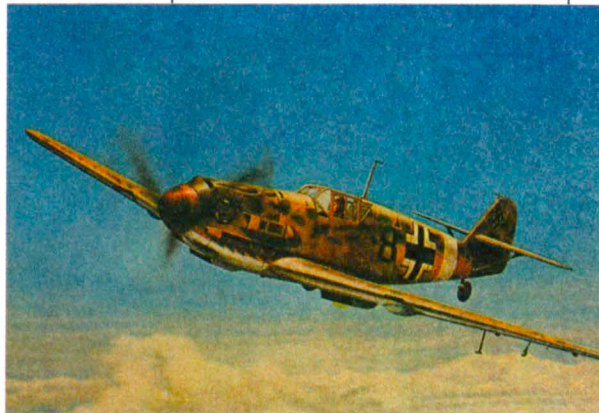
Старт птиц и самолетов имеет много общих черт.

Взлет со стартовой дорожки. Транспортным самолетам при старте необходима взлетная полоса. Полностью заправленные самолеты имеют особенно большой вес. Чтобы подъемной силы хватило на то, чтобы самолет мог подняться вверх, нужна очень большая стартовая скорость. Двигателям необходимо создавать при этом очень большую силу тяги. Большие и тяжелые птицы — ястребы, лебеди, альбатросы — стартуют точно так же. Они пробегают иногда десятки метров, бьют крыльями против ветра над землей и водой, пока не достигнут нужной подъемной силы. ■

Вертикальный старт. Природа и техника знакомы с вертикальным стартом. Такие самолеты имеют большое преимущество: они могут стартовать с места, им не нужна длинная взлетная полоса. Этот метод взлета был проверен прежде всего на военных самолетах, которым пришлось стартовать с военных кораблей.

Они оснащены поворачивающимися двигателями, которые перемещают реактивную подъемную силу вниз и поднимают самолет вертикально вверх.

В природе есть птицы, использующие вертикальный старт. Колибри, например, может стартовать вверх из определенной точки. Эта маленькая птичка — замечательный летчик — является единственной, которая в свободном полете может лететь как в сторону, так и назад. ■



«Мессершмитт» принадлежит к самым быстрым самолетам-истребителям.

Один из самых быстрых самолетов-истребителей — «Мессершмитт ME 109 R», его длина 8,6 м. В 1939 году он летал со скоростью 755 км/ч, в секунду проходя расстояние, в 24 раза превышающее его длину.

Среди насекомых своей скоростью выделяются слепни. Быстрее всего летит большой слепень, длина которого 3 см. Его скорость достигает 50 км/ч, расстояние, которое он пролетает в секунду, в 460 раз превышает его длину. ■



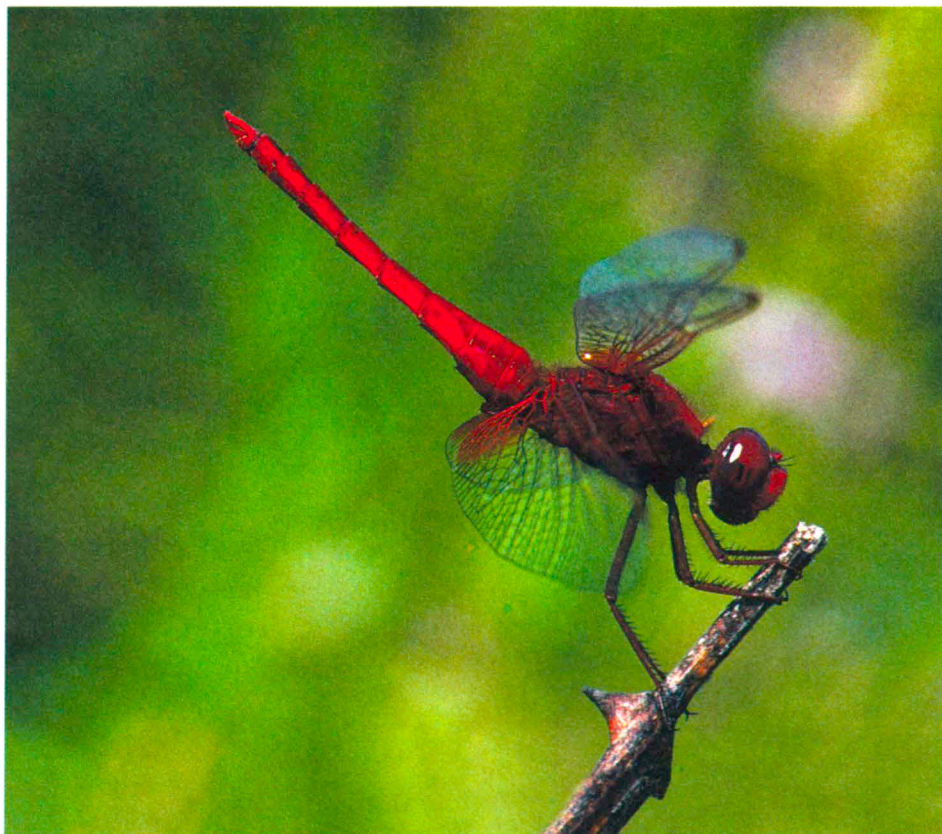
Огромная скорость «Боинга» достигает 925 км/ч.

Стоять в воздухе. Вертолеты могут служить для перевозки грузов и пассажиров. Как известно, они могут стоять в воздухе и при этом сбрасывать и принимать грузы. При помощи вращающихся крыльев они создают подъемную силу. То же самое удастся колибри, мухам-журчалкам и стрекозам с их ударными крыльями. Многие виды журчалок могут создавать очень большое ускорение с помощью двух крыльев, замирать в воздухе или лететь назад. Стрекозы — тоже умелые летчики: они могут двигать каждым своим крылом отдельно. ■

Этот стартующий майский жук расправляет сложенные концы своих крыльев.

Вертолеты могут лететь вперед и в сторону, а также парить на месте. Они способны стартовать и приземляться почти в любом месте.





Чтобы самолеты могли входить в узкие ангары или под палубу авианосцев, их крылья иногда конструируются так, чтобы они могли складываться. В животном мире можно встретить подобные примеры. Майские жуки, например, складывают свои крылья и убирают их под закрывающий крыло элемент. ■

Стрекоза имеет скорость 50 км/ч и является самым быстрым «летчиком» среди насекомых.

Грузовой транспорт. Грузовые вертолеты применяются, когда, например, строительные подъемные краны не имеют достаточной высоты или рядом нет дорог. Специально оборудованные вертолеты могут перевозить грузы, масса которых составляет 40% их собственной массы. Но еще большего добились некоторые насекомые. Пчелиный волк (вид осы), например, тащит по воздуху медоносных пчел, которые весят примерно столько же, сколько он сам; пчелы остаются в гнезде и служат кормом для подрастающих личинок. Такими же сильными являются и песчаные осы: гусеницы бабочек, которых они притаскивают, значительно тяжелее их самих. ■

Концы крыльев этого истребителя складываются, экономя место.



ДВИЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ВЕТРА

Если растения, мельницы и турбины используют энергию ветра, то они должны иметь большую поверхность.



Плоды ломоноса с парашютиками.

Парашюты. Растениям необходимо распространять свои семена, чтобы обеспечить продолжение существования вида. В то время как некоторые из них прибегают к помощи животных, другие используют ветер. Например, семена одуванчика разносятся ветром. Одуванчик образует парашютики из тончайших волокон, на которых висит семечко. Скорость их падения очень мала. Ветер может подхватить такой парашютик и унести его довольно далеко. Его форма очень удобна для распространения с помощью ветра.

У растений летающие плоды с тончайшими волосками можно встретить очень часто. ■

Вращающиеся крылья тормозят падение. Деревья, которые роняют свои плоды или семена вниз, часто заботятся о том, чтобы они падали медленно. В таком случае их может подхватить и унести ветер. У плодов клена, например, есть вращающиеся крылья. Они падают на землю не по прямой, а вращаются, описывая спираль. Так возникают силы торможения, подобно тому, как это происходит у одуванчика. ■

Медленный полет. Если тело падает на землю, то его тормозит сопротивление воздуха. Это действие используется при прыжках с парашютом: парашютист открывает свой парашют самое позднее за 500 метров до земли. Клинья парашюта расправляются, и поток воздуха давит на него снизу. Сопротивление воздуха тормозит свободный полет примерно на 20 км/ч. Удар при посадке можно сравнить с ударом при прыжке с пятиметровой высоты. ■

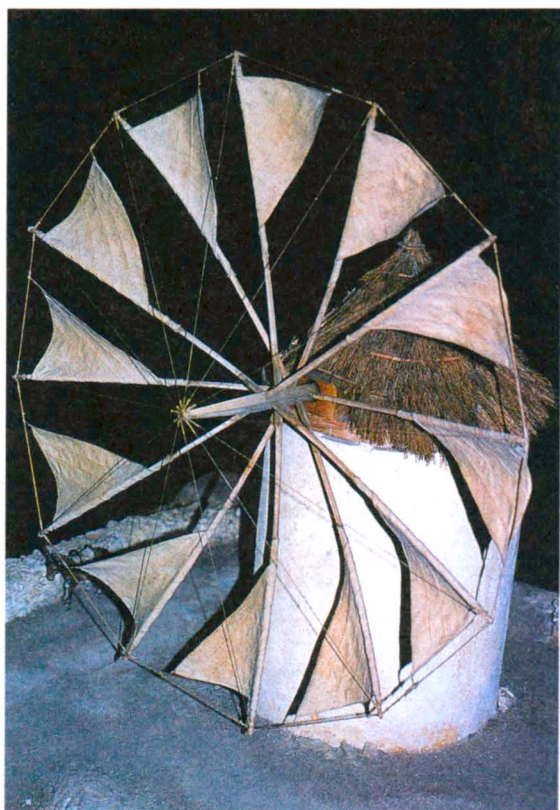


Спиралевидный полет семян клена на землю.



Некоторые виды клена имеют семена с вращающимися крыльями.

Старые мельницы. Старые мельницы, надежно закрепленные на своей основе, используют воздушные массы, а именно горизонтальный ветер. Коэффициент



Такие ветряные мельницы используются в средиземноморском регионе.

полезного действия этих старых мельниц просто потрясая. Простые каркасы из грубых деревянных балок, на которые натянуты лоскуты из парусной материи, дают ветру большие площади действия и забирают у него энергию. В ветреных районах, например в прибрежной полосе, не играют большой роли последние технические достижения. Сегодня здесь для получения электрического тока в современных установках используется энергия ветра. Этот вид получения электрической энергии безопасен для окружающей среды, так как позволяет избежать попадания в атмосферу отработанных газов. Таким образом, ветер представляет собой неиссякаемый источник энергии. ■



Благодаря твердому венку несущих крыльев маленькая турбина очень быстро вращается.



Концы крыльев белого аиста растопырены, как пальцы.

Если понаблюдать за кружащим белым аистом, то можно заметить, что концы его крыльев растопырены наподобие пальцев. Аистов, как планеристов, может нести ветром, при этом они не машут крыльями. Подобно этому располагаются искусственные маховые части крыльев маленькой ветряной турбины. Внутри этого устройства турбина вращается быстрее, чем снаружи. Такая маленькая турбина со вспомогательным устройством может забирать у ветра в 10 раз больше энергии. ■

С ВЕТРОМ ВОКРУГ СВЕТА

Уже несколько тысячелетий судоходство применяет паруса. Животные тоже используют для передвижения энергию ветра.



Более длинное оперение на концах крыльев помогает синице в полете.

Маховая часть крыла и парусные ЯХТЫ.

В 20-е годы XX столетия один студент исследовал полет птиц и установил, что птицы усиливают действие ветра и воздушных масс на свои крылья, растопыривая так называемую маховую часть крыла.

При этом важную роль играют перья на передней части крыла, которую называют также передним крылом. Это удивительное открытие с большим успехом позаимствовала техника судоходства.

Передний парус для яхты был разработан по принципу маховой части крыла. Он используется не столько для продвижения как такового, сколько для усиления действия ветра на главный парус, благодаря чему главный парус работает намного лучше и судно движется быстрее.

Передние паруса яхт уже давно стали обычным явлением. Уже длительное время подобные устройства существуют и на других парусных судах. ■



«Португальская галера» движется с помощью своего паруса, загребая нитями воду.

Паруса — это замечательное изобретение. С их помощью можно заставить работать на себя ветер, и тогда не нужно будет грести. Эту возможность люди открыли не первыми. Некоторые виды медуз, например, плавают по морю, выставляя над водной поверхностью парусовидную мембрану. С ее помощью улавливаемый ветер несет медузу. Такую технику, экономящую энергию, используют как маленькие медузы, так и медузы «португальские галеры». Представители этого вида подставляют ветру свои паруса и с его помощью передвигаются по водной поверхности. ■

Ветер гонит этот моторный парусник по воде. При штиле мотор заменяет силу ветра.



КАК РОЖДАЕТСЯ ДВИЖЕНИЕ

*Все вокруг вращается и движется —
катится или бежит, плывет или летит,
хватает, прыгает или машет. При этом
в технике и природе различия очень невелики.
Главное различие состоит в том, что природа
не создает ни колес, ни осей. Живые существа
вместо вращения используют раскачивание*



ПОДВИЖНЫЕ ЦЕПОЧКИ ЗВЕНЬЕВ

В растительном и животном мире нет ни колес, ни осей. Для движения природа конструирует цепочки из отдельных звеньев.

Рот карпа. Карпы достают пищу со дна. Для этого они вытягивают губы вперед, словно пакетик, и всасывают пищу. Потом они закрывают рот на клапан и проглатывают пищу. Затем они опять открывают рот, чтобы забрать следующую порцию пищи. Весь процесс движения происходит поэтапно. ■

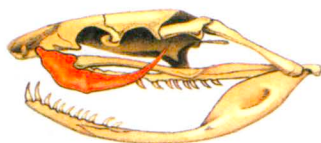


Пишущая машинка. В механических пишущих машинках тоже есть звеньевые цепочки. При нажатии на клавишу поднимается соответствующая лапка и знак прижимается к бумаге и оставляет отпечаток. Короткое движение подъема происходит быстро. Это обеспечивают соединенные цепочкой звенья, в данном случае из металла. В конечном счете материал здесь не имеет значения, важен принцип: использование цепочки звеньев. ■

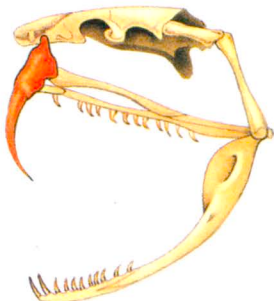
Гремучая змея и ее ядовитый зуб. Ядовитые зубы ядовитых змей расположены на верхнем нёбе и обращены внутрь. Когда такая змея нападает, зубы выдвигаются вперед и действуют, как шприц для инъекций, впиваясь в свою добычу.

Это обеспечивает подвижная цепочка, находящаяся в черепе и состоящая из костного вещества. Когда пресмыкающееся открывает рот, а именно опускает нижнюю челюсть, ядовитые зубы автоматически отгибаются вперед наискосок. Как только змея поднимает нижнюю челюсть, ядовитые зубы возвращаются назад на верхнее нёбо. Гадюке, таким образом, не нужно думать, достаточно ли она выпустила ядовитые зубы при нападении. Это происходит само собой.

Конечно, ядовитая змея может и зевать. В этом случае нет смысла выпускать ядовитые зубы. При зевании цепочка звеньев отключается вспомогательной косточкой. В этом случае змея может широко открывать рот, а ядовитые зубы будут оставаться на месте. ■



Обычное состояние: ядовитый зуб змеи находится на месте.



Положение укуса: ядовитый зуб выдвинут.



Трех- и четырехзвеньевые цепочки, неподвижные и подвижные. Многие конструкции в природе или технике должны двигаться. Другие же должны быть неподвижны, как, например, строительные подъемные краны или высоковольтный столб. В чем же разница между подвижным и неподвижным? Простая модель из полосок бумаги покажет нам это.

Для данного опыта нужен лист плотной бумаги, например ватман, кусок картона в качестве основы, четыре скрепки и две канцелярских кнопки.

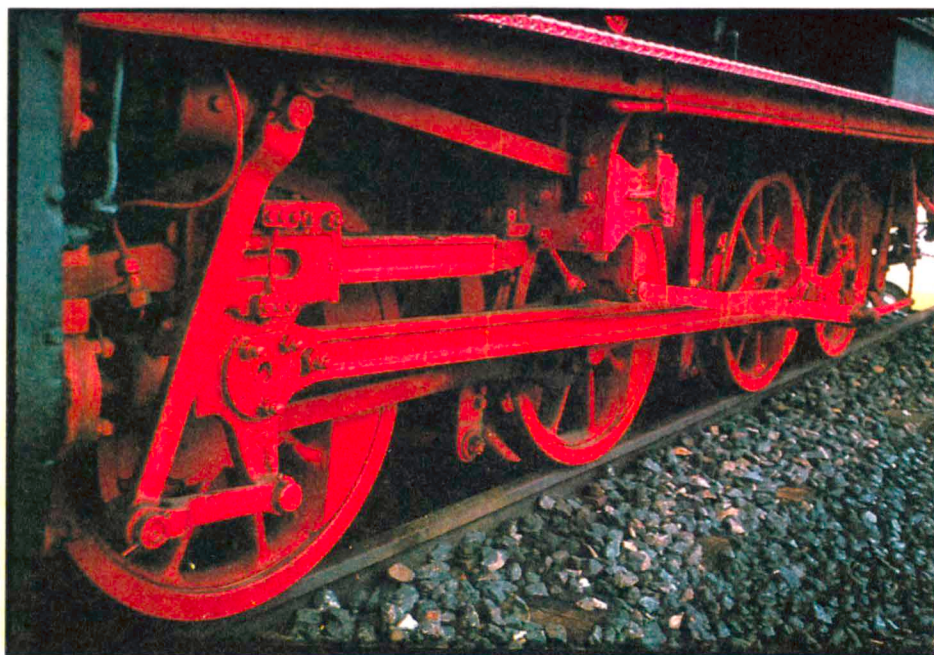
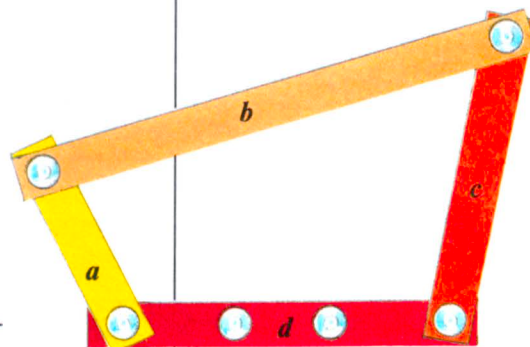
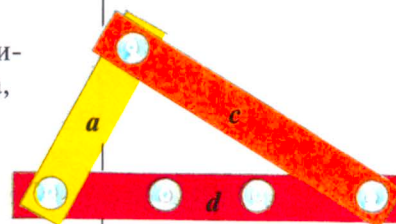
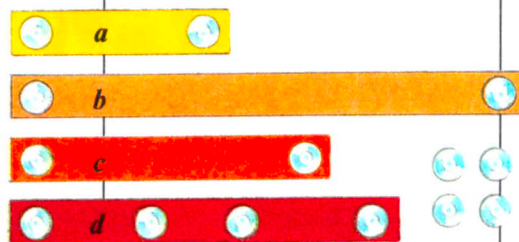
Данные справа полоски *a*, *b*, *c*, *d* вырезаны из бумаги.

Три полоски бумаги *a*, *b*, *c* с помощью трех скрепок подвижно соединяются друг с другом, треугольник кладется на пластинку из картона, и часть *d* прикрепляется двумя кнопками. Тот, кто попытается теперь подвигать эту конструкцию, сразу убедится в том, что это невозможно. Треугольник статично закреплен. Такое же соединение мы наблюдаем в строительных кранах и высоковольтных мачтах.

Теперь пристроим полоску *b* в качестве ребра четырехугольника.

Таким образом, получается подвижная цепочка из четырех звеньев *a*, *b*, *c*, *d*. Итак, разница между неподвижным и подвижным, состоит в одном дополнительном звене. Если поворачивать теперь часть *a* по кругу, то противоположная часть *c* также будет двигаться. Так в этой цепочке вращение можно преобразовать в колебание. Говорят также о вращающемся звене *a* и колеблющемся звене *c*.

В машиностроении часто используется простой, но эффективный принцип, при котором вращение переходит в колебание. Старые паровозы используют тот же самый принцип, но при этом работают наоборот. Они превращают колебательные движения поршня во вращательные движения колес. ■



Движущий рычажный механизм паровоза.

СКРЫТЫЕ РЫЧАГИ

Там, где есть движение, большую роль играют и рычаги. Однако как в технике, так и в природе рычаги часто надежно скрыты.

Весы с равными рукавами коромысла. Весы с коромыслом прекрасно представляют принцип рычага. У них имеется рычаг, расположенный посередине. Оба его рукава одинаковой длины. На правом и левом рукавах висят чашечки, в которые кладут гири и взвешиваемые товары. Если вес слева больше, чем вес справа, то левый рукав опускается. ■



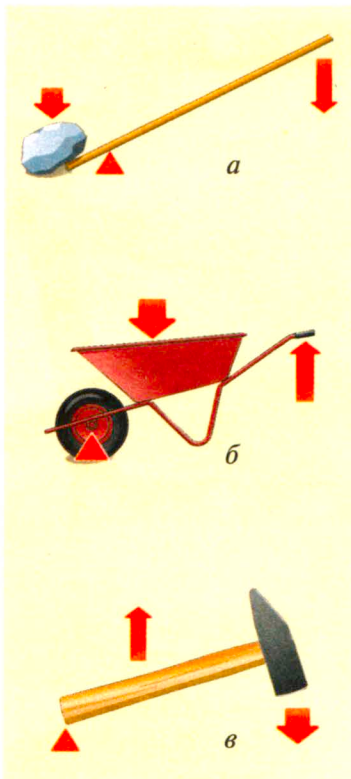
Весы с равными рукавами.

Качели. Качели, которые можно видеть на любой детской площадке, действуют по принципу рычага. Точка вращения находится в центре. Если качающиеся дети одинакового веса сидят на одинаковом расстоянии от точки вращения, то в этом случае, они, чтобы качаться, должны лишь слегка отталкиваться ногами. Но если один ребенок явно тяжелее другого или на одном конце сидят два ребенка, то дети должны сдвинуться к центру. В противном случае другой ребенок не сможет выровнять вес. ■

Весы с неравными рукавами коромысла. Существуют также рычаги неравной длины, у которых точка вращения лежит не в центре. В Древнем Риме использовали весы с неравными рукавами, в которых применялся такой рычаг. Иногда такие весы можно видеть и сегодня на восточных рынках. Товары здесь взвешиваются следующим образом: на короткую сторону рычага подвешивается товар, а для равновесия на длинную сторону предмет, обладающий незначительным весом. ■



В качелях скрыт принцип рычага, как и в весах с равными рукавами коромысла.



*а) Принцип лома
Точка вращения находится по возможности близко к весу.*

*б) Принцип тачки
Вес находится между местом приложения силы и точкой вращения по возможности близко к точке вращения.*

*в) Принцип молотка
Сила действует между точкой вращения и весом, вес находится по возможности далеко от точки вращения.*

Как действует принцип рычага? Рычаги — это вспомогательное средство для передачи силы. Чем длиннее рукав рычага, который через точку вращения действует на вес, тем легче рычаг поднимает вес. Чем длиннее рычаг, тем меньшая сила нужна для подъема веса. Из-за этого путь, который должен проделать рукав рычага, чтобы поднять вес, становится длиннее. ■

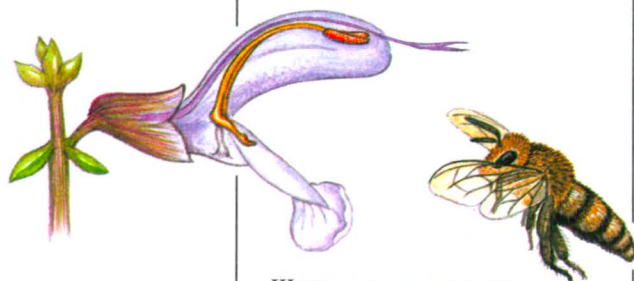
Рычажная механика у цветка шалфея.

Цветок шалфея с помощью «рычага» с неодинаковой длиной коромысла дает возможность пыльце попасть на пчел и шмелей, которые потом стряхнут ее на пестик другого цветка и, таким образом, опылят цветок.

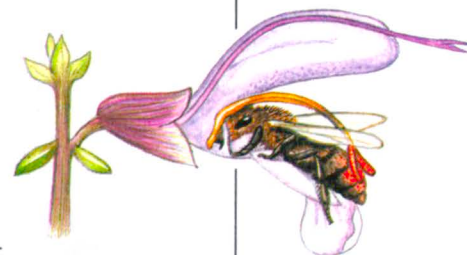
Если шмель подлетает к цветку лугового шалфея и выпускает свой хоботок, чтобы добраться до сладкого нектара у основания цветка, то он ударяет по нижней пластине. Она представляет собой более короткую сторону. При прикосновении шмеля эта пластина идет вниз. На более длинной стороне рычага вниз движется тычинка и посыпает пыльцой заднюю часть тельца шмеля. Когда шмель улетает и не давит больше на пластину, все возвращается на свои места. ■

Карандаш в качестве хоботка шмеля. Каждый может пронаблюдать в природе устройство цветка шалфея, поскольку этот вид часто встречается в наших широтах. Голубоватые цветки растения, высота которого достигает примерно метра, появляются с мая по август.

Тот, у кого есть терпение, постоит и подождет подлетевших шмелей, которые высасывают из цветков сладкий нектар и при этом приводят в действие «рычаг» шалфея. То же самое мы можем сделать сами, если одной рукой удерживая стебель шалфея, а другой держа хорошо заточенный карандаш, попробуем действовать так же, как шмель своим хоботком. Так рычажная механика цветка приводится в действие. Проводя этот опыт, следует действовать очень осторожно, так как тонкие части могут быть легко разрушены. Для того чтобы тычинка перевернулась, достаточно легкого нажатия на нижнюю пластинку цветка. Нежнейшая пыльца цветка окажется тогда на заостренной части карандаша, и ее можно будет легко увидеть. ■



Шмель летит к цветку шалфея. Рычажная механика находится в состоянии покоя.

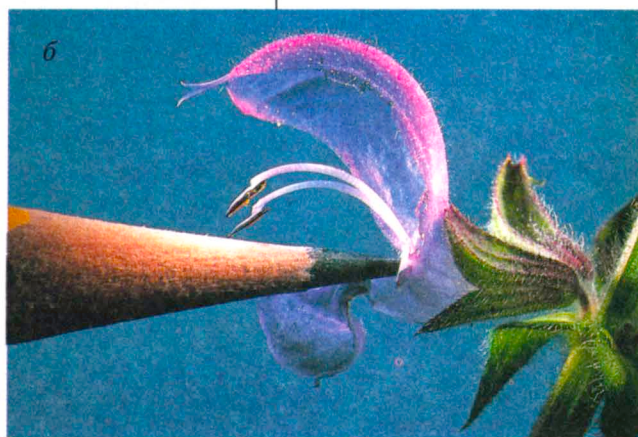


При всасывании нектара шмель попадает на нижнюю пластину рычага. Тычинка опускается вниз и осыпает шмеля пыльцой.

Представленный здесь цветок обрезан по бокам, чтобы лучше была видна механика.

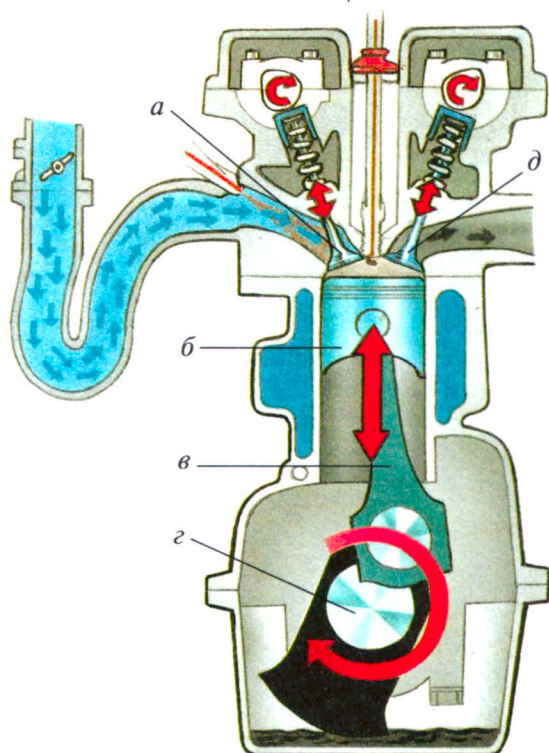
а) Цветок шалфея: рычажная механика находится в состоянии покоя.

б) Кончик карандаша приводит в действие рычажную механику.



БОЛЬШАЯ СИЛА И КОРОТКИЙ ПУТЬ

Производителями действия являются подвижные части приводящего механизма. Чаще всего они работают с большой силой, но проходят при этом короткий путь.



У двигателя внутреннего сгорания поршень движется вверх-вниз. Посредством коленчатого вала это движение преобразуется во вращательное.

а) Входной клапан; б) Поршень; в) Шатун; г) Коленчатый вал; д) Выходной клапан.

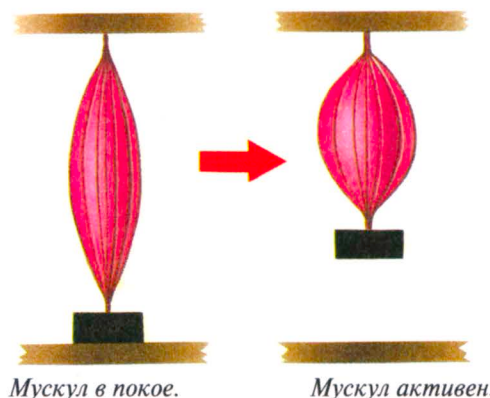
Механика предплечья человека функционирует с помощью производителя действия.

Мышца бицепс сгибает руку. Ему необходимо развить дополнительную силу, если рука несет вес.

Как рождается действие. Техника знает много возможностей приведения механизма в действие, как, например, паровые машины, электромоторы или двигатели внутреннего сгорания. Все они работают по принципу вращения, или ротации, но только у электромотора вращающееся магнитное поле возникает непосредственно, в остальных случаях необходимо преобразование. У двигателя внутреннего сгорания, например, поднимаются и опускаются поршни. Это движение вверх-вниз преобразуется посредством волны коленчатой рукоятки во вращательное движение. Подобно этому функционирует паровая машина. Части, которые при этом движутся, называют производителями действия. ■

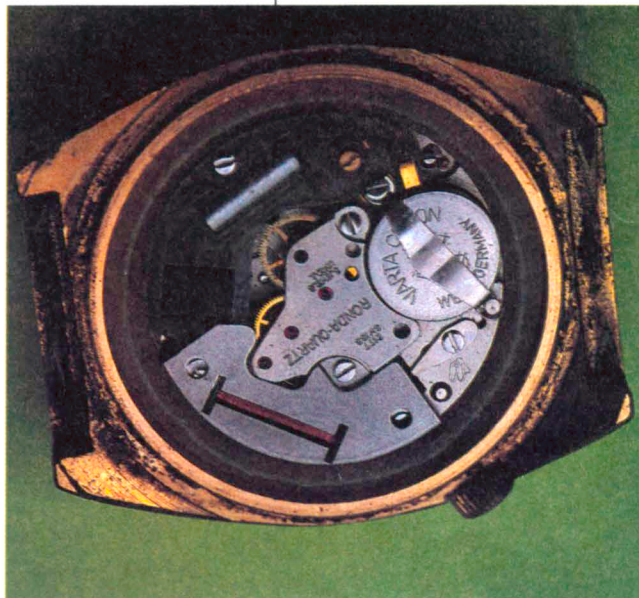
Биологические производители действия. Если металлический шарик поднимают рукой, горизонтально образующей угол, мышца бицепс сильно сокращается. Он действует как биологический производитель действия. Легко заметить, что кость предплечья в данном случае представляет собой рычаг с неравными руками. Здесь можно наблюдать ту же систему, что у цветка шалфея. Для такой деятельности мышцу, конечно, нужна довольно большая сила.

Становится ясно, как действуют, мышцы. Они расположены в человеческом теле таким образом, что работают с большой силой, но при этом проходят короткие пути. Для этого им нужна значительная рычажная передача. ■

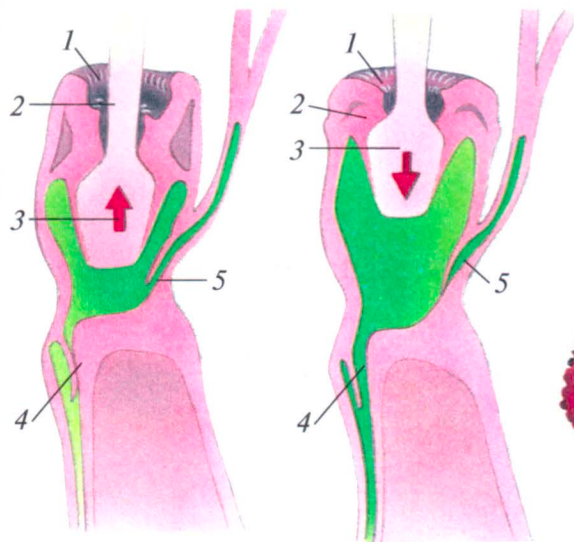


Кристаллы. Пьезоэлектрические производители действия работают практически по принципу мускула нашей плечевой кости. Кристаллы изменяют свою длину, когда к ним прикладывают электрическое напряжение. Происходящее изменение настолько незначительно, что его нельзя заметить невооруженным глазом. Однако кристаллы работают с большой силой.

Подобные кристаллы применяются, например, в кварцевых наручных часах. Разработаны такие пьезоэлектрические системы, с помощью которых клещи сдвигаются и раздвигаются, открываются и закрываются. Размер этих клещей составляет всего лишь 0,1 миллиметра! Это является первым шагом в направлении микроэлектроники. ■



Инструменты, имеющиеся во рту клопов, превращаются в сосущий хоботок.



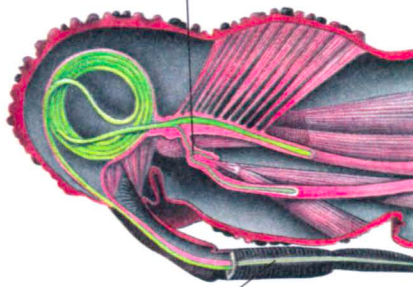
Фаза накопления: жидкость вкачивается.

1) цилиндр, 2) уплотнение, 3) поршень, 4) выходной вентиль закрыт, 5) входной вентиль открыт.

Фаза выброса: жидкость откачивается.

1) цилиндр, 2) уплотнение, 3) поршень, 4) выходной вентиль открыт, 5) входной вентиль закрыт.

Здесь находится слюнный насос клопа.



Если сосущий хоботок не нужен, то клоп отводит его в сторону своего брюшка.

Техника все больше использует способность некоторых кристаллов расширяться и сжиматься под электрическим напряжением. Такие кристаллы применяются в кварцевых часах.

Природа создает микроскопические соединения; техника тоже работает с конструкциями маленьких размеров. Уже известны миниатюрные приборы, которые, например, по кровеносной системе человека проплывают к тому месту, где они разрезают сгустки крови. Для таких мельчайших технических измерений примером может служить природа. Например, издавна существуют насекомые размером в миллиметр, однако их строение достаточно совершенно.

Длина клопа составляет лишь 3—4 миллиметра. Однако в маленькой головке находится технический шедевр: слюнный «насос», длина которого составляет 0,1 миллиметра. Эта микроскопическая часть имеет такие органы, которые в поршневом насосе действуют как цилиндр, поршень, привод, уплотнение, входной и выходной вентиль. ■

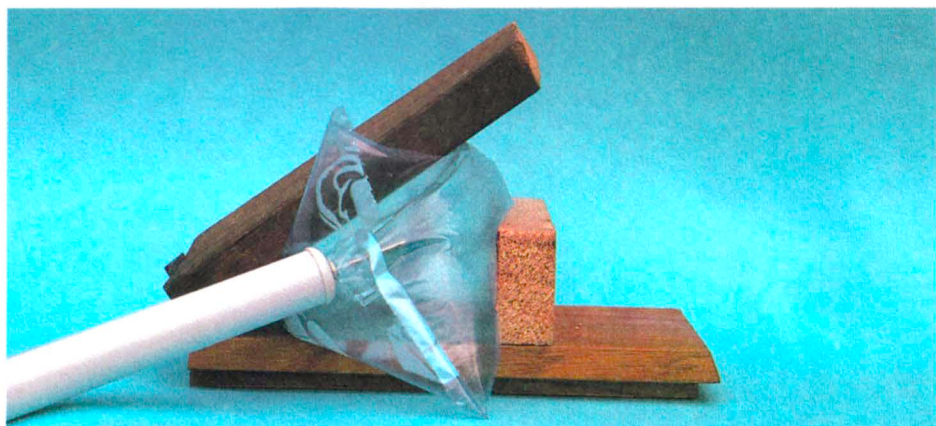
ПНЕВМАТИКА И ГИДРАВЛИКА

С помощью воздушного и водяного давления создается движение, очень быстрое или медленное.

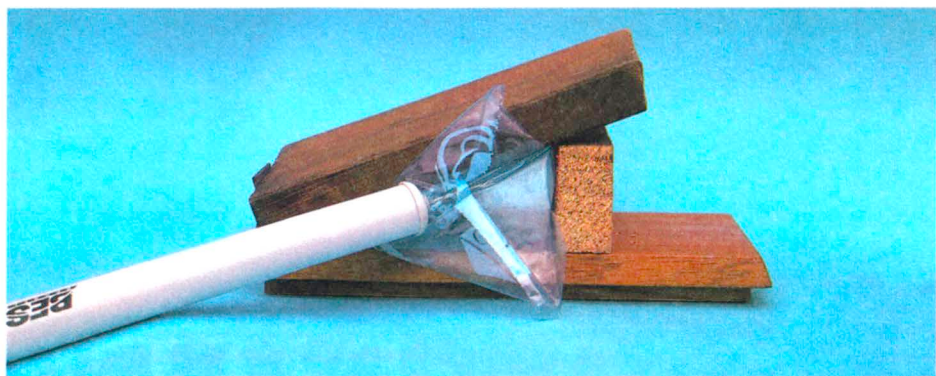
Дирижабли приобретают свою форму за счет давления изнутри.



Пакет используется в качестве «пневматического производителя действия».



Надутый пакет поднимает закрывающую пластину.

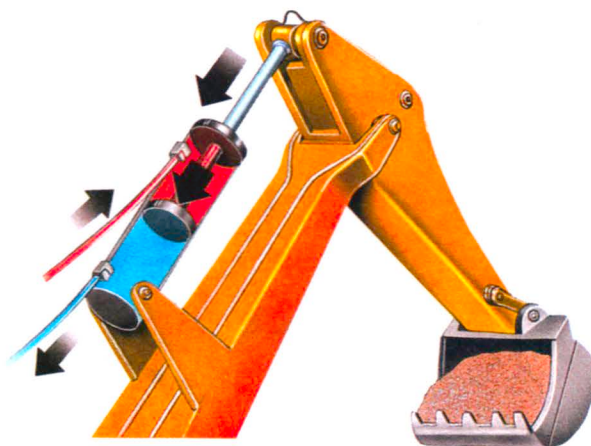


Воздушное давление. В технике имеются конструкции, подобные надувным шарам, как, например автомобильные шины или некоторые типы воздушных кораблей, которые туго надуваются. С помощью воздушного давления можно создать движение. Если положить пластиковый пакет под доску и надуть пакет, то доска поднимется. Если выпустить воздух, то она опять опустится. Это и называют «пневматической системой движения». Она используется, например, при торможении грузовых автомобилей под действием воздушного давления. Воздух под давлением выходит из компрессора, который и приводится в действие мотором. Шофер управляет давлением в системе с помощью вентилей. ■

Слегка сжиженное масло накачивается насосом в цилиндр, в котором находится поршень. Он выталкивается маслом и приводит в движение стрелу экскаватора, которая вращается вокруг сочленения.

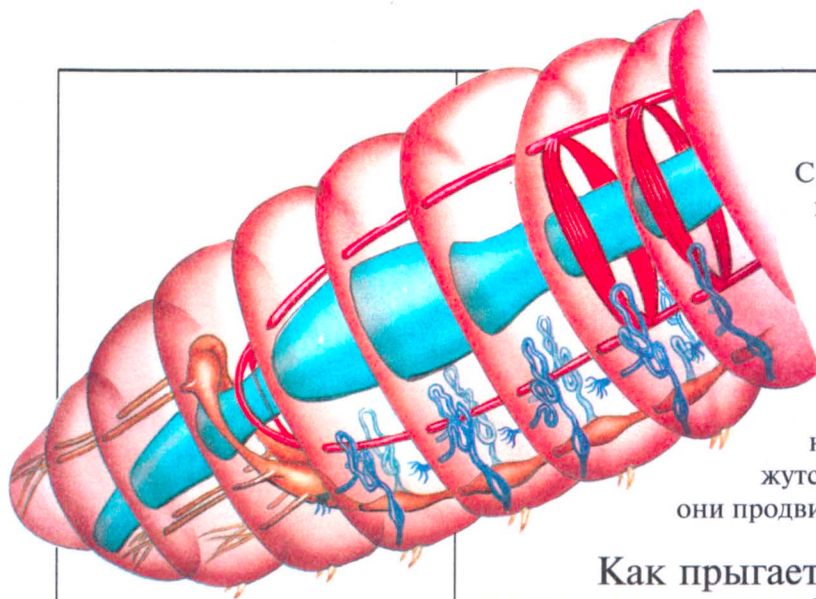


Если масло откачивается, то поршень опять задвигается в цилиндр. Стрела экскаватора движется при этом в противоположном направлении.



Давление посредством жидкостей. Часто для того чтобы создать движение, в технике вместо воздуха применяют жидкости. В этом случае говорят о гидравлической системе. В автомобильной и авиатехнике часто применяют масла. При этом в цилиндр под давлением помещается определенное количество масла, через трубки его можно связывать с другой системой поршневых цилиндров. С помощью гидравлики масла самолет может выпустить подкрылки, клапаны приземления и торможения. ■

В большинстве строительных машин многие части приводятся в движение с помощью гидравлики. То есть подъем и опускание частей происходит с помощью жидкостей. Они идеально подходят для передачи электричества, так как, в противоположность газам, не могут сжиматься. Важнейшей жидкостью здесь является масло, которое не замерзает и смазывает все части. ■

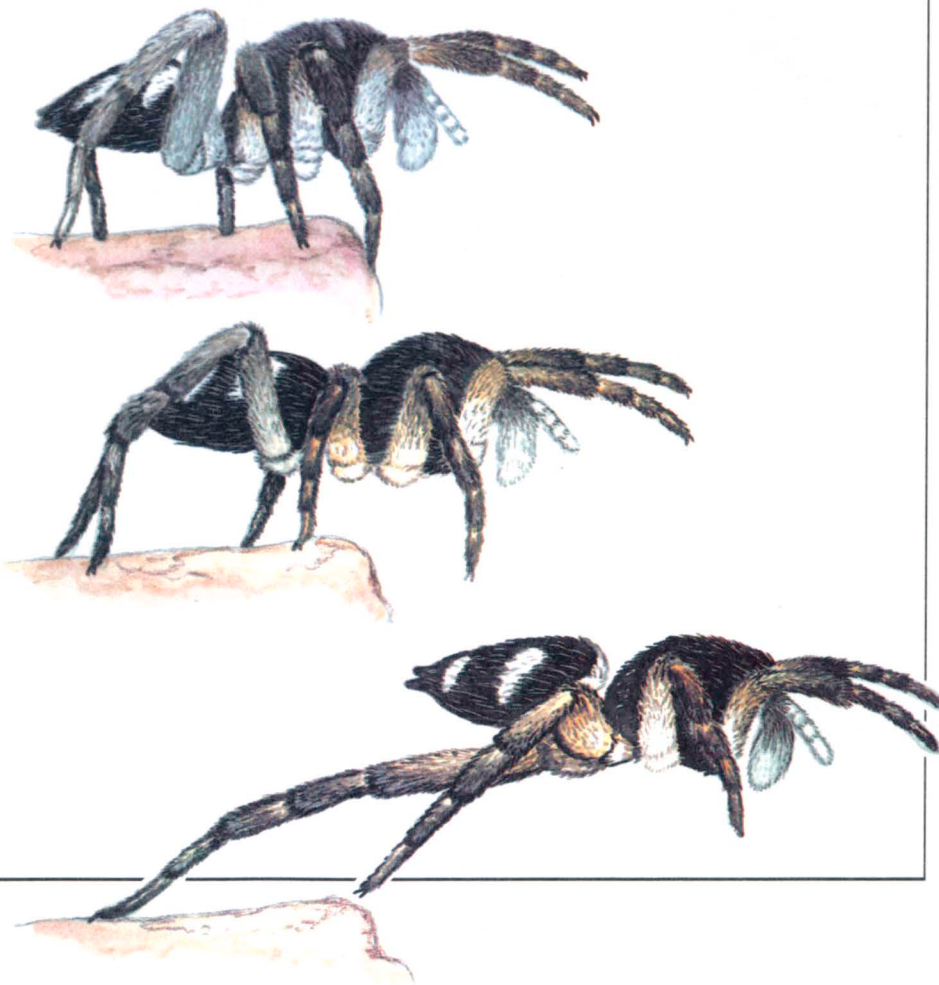


Кольчатая
передняя часть дождевого
червя.



Паук-скакун.

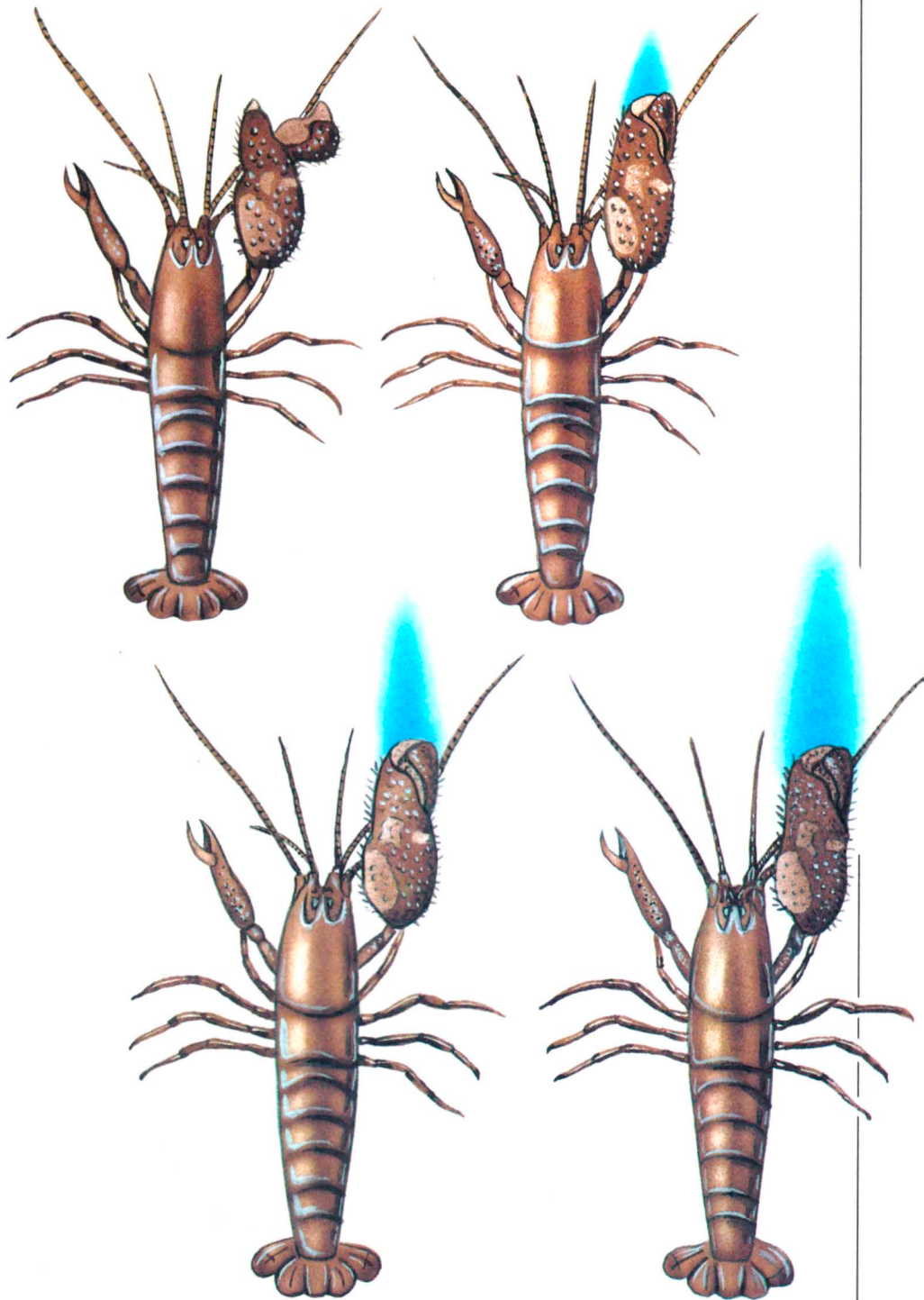
Фазы прыжка паука-скакуна.



Гидравлика у дождевого червя. Систему гидравлического движения природа изобрела очень давно. Дождевой червь, например, состоит из отдельных колец. Эти кольца содержат жидкость. Если эта жидкость благодаря движению мышц подвергается давлению, она вызывает движение. Если давлению подвергаются кольца, следующие друг за другом, мускулы, расположенные вокруг них, сокращаются, и тогда дождевые черви движутся вперед. Посредством изменения давления они продвигаются по траве и земле. ■

Как прыгает паук-скакун. Пауки-скакуны со светлыми темными полосками обычно сидят на стенах домов и прыгают на мух, так как они активные охотники и им не нужны сети. Если рассматривать их под лупой, можно увидеть огромные глаза, с помощью которых они рассматривают свою добычу, прежде чем напасть на нее.

У паука-скакуна в лапках есть мышцы, с их помощью паук может только сгибать лапки, но не вытягивать их. Только когда жидкость быстро закачивается в ножки, он их вытягивает. (То же происходит с оболочкой длинного воздушного шарика, которая при надувании расправляется). У паука это происходит молниеносно. Давление создается в задней части туловища, которая сжимается мускулами, и действие доходит тогда до самых ножек. Они вытягиваются и позволяют пауку сделать стремительный прыжок и застать врасплох свою добычу. ■



Прекрасные стрелки. Рак-стрелок, длина которого составляет лишь 2–3 см, живет на побережье Средиземного моря. Маленький рак, прячущийся под камнями, способен на очень коварный трюк, для получения добычи. Под высоким давлением он выпускает тончайшую струйку воды, стреляет ею в свою добычу, отчего та теряет сознание. Если такого рака посадить в стакан воды, то он может разбить его силой своей струйки воды. Такой принцип применяется при производстве игрушек, например, водных пистолетов. ■

ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА — РУКА

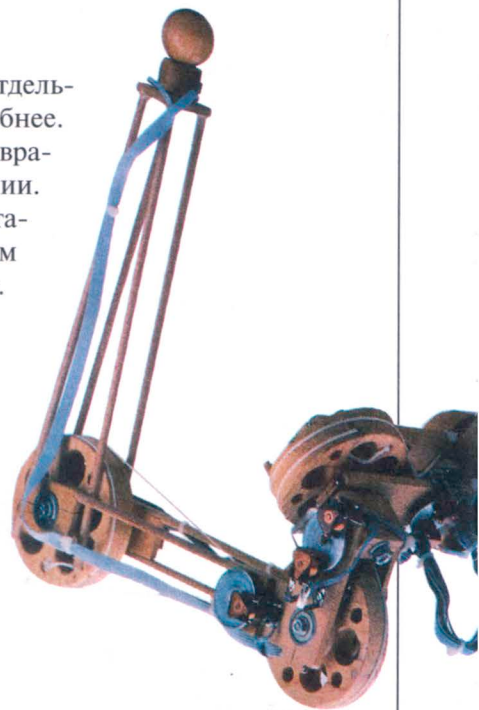
Для шарнирного сочленения, примером которого может служить локоть, нужно лишь две мышцы. Первая сгибает руку, уменьшая таким образом угол между плечом и предплечьем. Это бицепс. Другая мышца выполняет противоположную задачу и разгибает руку, увеличивая угол. Это делает мускул, который находится на другой стороне плеча и не является таким сильным, как бицепс. Он называется трицепс. Трицепс и бицепс работают вместе. Когда один сокращается, другой вытягивается и наоборот. Эта пара образует одно целое. В шаровидных суставах, как в плечевом суставе, или комбинированных сочленениях, как в лучезапястном суставе, недостаточно двух групп мускулов. Необходимо несколько групп мускулов, которые могут двигать соответствующую часть тела во всех направлениях. ■



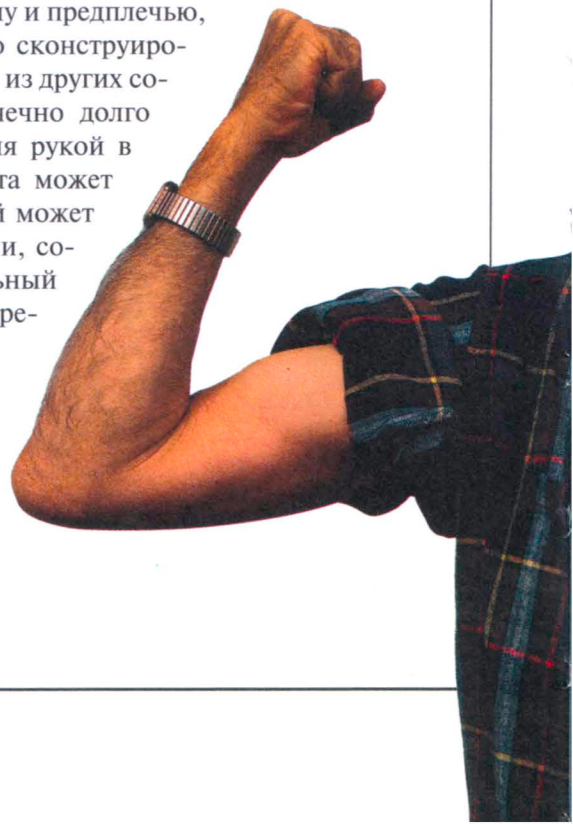
Локтевой сустав имеет шарнирное сочленение.

Рука — плечевой сустав, плечо, локтевой сустав, предплечье, лучезапястный сустав и кисть — самая подвижная часть тела человека.

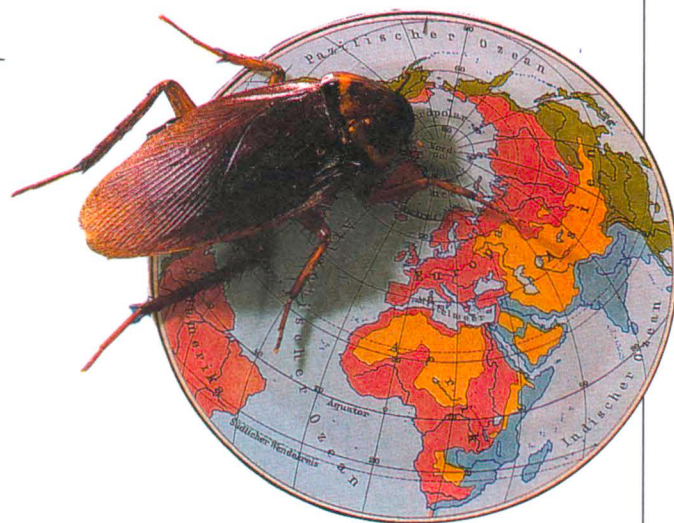
Человеческая рука. Рассмотрим отдельные суставы нашей руки несколько подробнее. С помощью плечевого сустава мы можем вращать рукой и двигать ею в любом направлении. Плечевой сустав — это вид шаровидного сустава, который можно сравнить с шарниром штатива, на который ставят фотокамеру. Иным является локтевой сустав. С его помощью можно двигать предплечьем только в одном направлении или в одной плоскости. Этот сустав можно сравнить с шарнирными соединениями, какие мы видим у дверей и сундуков. Лучезапястный сустав позволяет нам сгибать руку и даже немного вращать ею. Таким образом, мы имеем дело с комбинированным суставом. У него есть признаки не только шарнирного, но и шаровидного сустава. ■



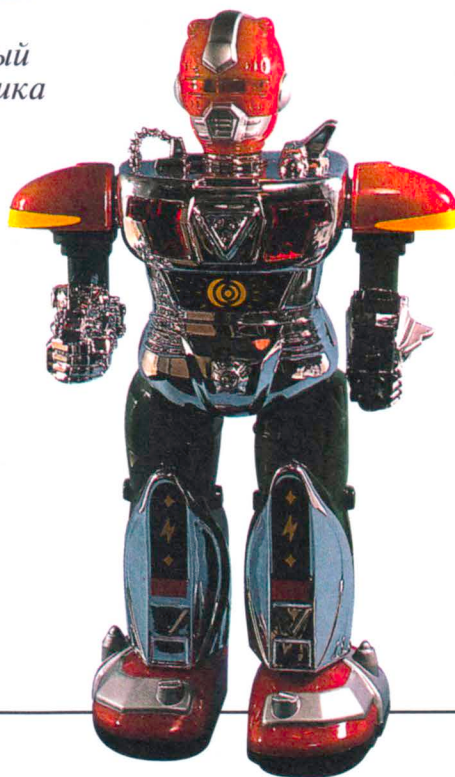
Рука робота. Руки и ноги роботов чаще всего делятся на части, подобно человеческим конечностям. У них тоже есть части, подобные плечу и предплечью, кисти руки и трем суставам. Можно сконструировать руки роботов, которые состоят и из других составляющих. Мы не можем бесконечно долго производить вращательные движения рукой в одном направлении. Рука же робота может быть снабжена ротором, который может приводить к вращению детали, совершая это движение длительный период времени. В этом она превосходит руку человека. ■



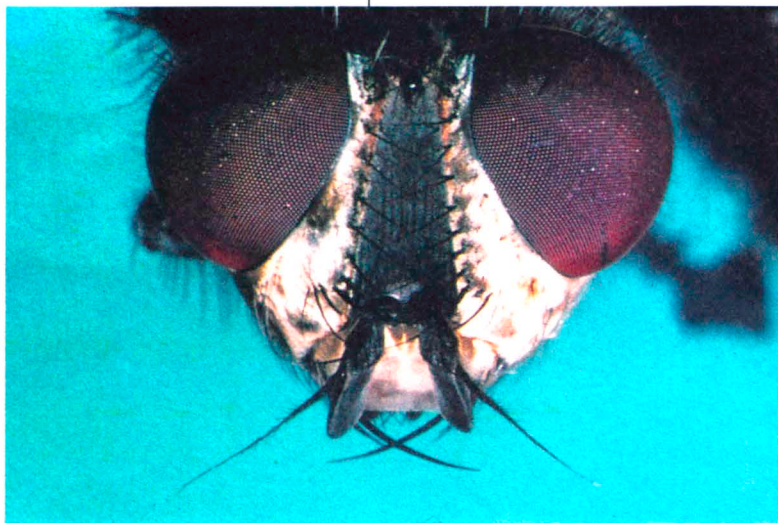
ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОПИРАЮЩИЕСЯ НА ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ



Люди и животные имеют высокоразвитые органы чувств. Для того чтобы полученная ими информация хорошо передавалась и обрабатывалась, необходим совершенный аппарат нервов. Во многих случаях техника заимствует определенные принципы нервной системы



Вспомогательные средства для роботов. Необходимы точные инструменты, чтобы роботы целенаправленно и слаженно выполняли свои задания — и в этом случае на помощь приходит природа. ■

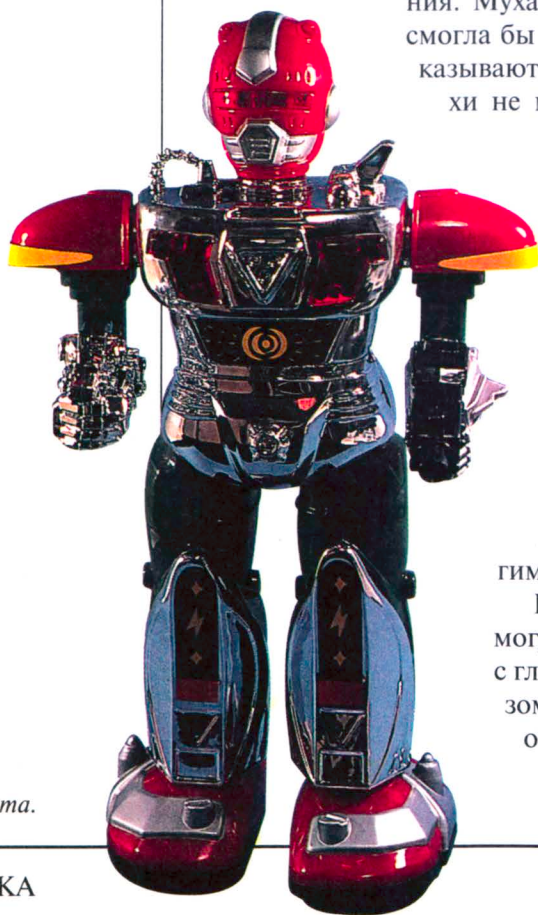


С помощью фасеточных глаз навозные мухи могут видеть очень «быстро».

Четко или быстро. Человек видит очень четко, но не очень «быстро». Это означает, что мы не можем видеть изображения, показанные друг за другом в короткие промежутки. Это использует кинопромышленность; кинофильмы состоят из множества отдельных изображений, которые показывают в короткие промежутки. 24 изображения в секунду мы не можем разделить, у нас создается впечатление ровного плавного движения.

Муха была бы плохим кинозрителем, так как она смогла бы разделить изображения даже тогда, когда показывают 200 изображений в секунду. Однако глаза мухи не могут получить такого четкого изображения,

как наши глаза. Даже природа не может соединить все в одном. С помощью нервных клеток глаз с хрусталиком видит очень четкие изображения, а глаз мухи способен различить множество относительно нечетких изображений в очень короткий период времени. ■



Глаза мухи у робота.

Глаза роботов. Для того чтобы роботы быстро выполняли свою задачу, они должны ориентироваться в окружающей среде. Им нужны глаза, которые, по сути, являются маленькими телекамерами или другими оптическими приборами.

Роботы, глаза которых подобны глазам мухи, могут двигаться значительно быстрее, чем роботы с глазами, как у человека. Глаза мухи, таким образом, больше подходят для того, чтобы служить образцом для глаз робота. ■



Перемешивание кофе — комплексный, точно отрегулированный процесс.

Эластичные мускулы. Опуская ложку в чашку кофе и размешивая сахар, мы совершаем ровные плавные движения. Для создания плавного движения среди прочего важны два фактора: следует непрерывно проверять, проходит ли движение ровно или необходимо изменение движения по причине возникшей помехи.

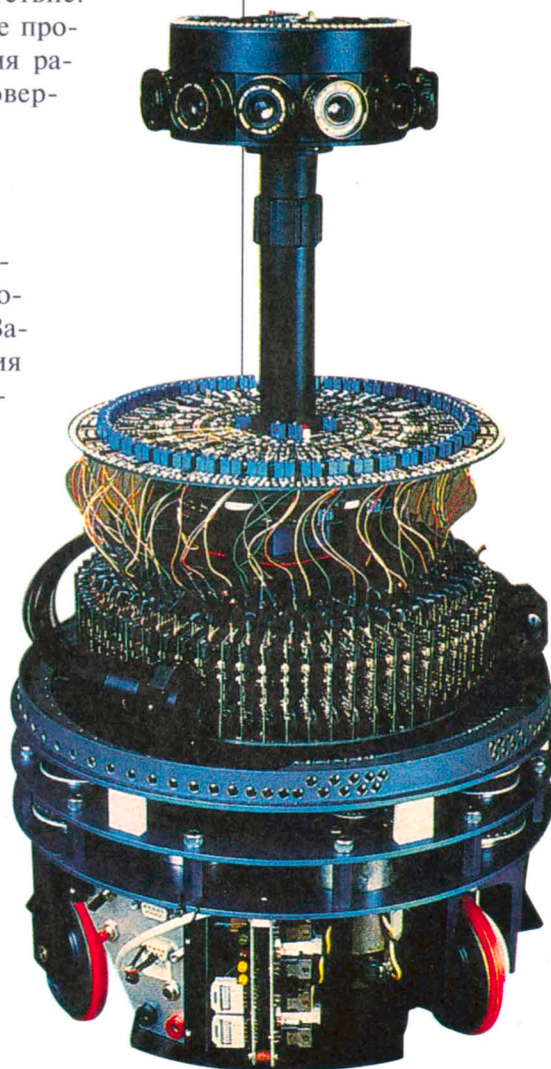
Для этого нужны сложные регулирующие цепи из чувствительных клеток: сенсоров и нервных клеток как ведущих и учитывающих элементов и мускульных клеток как производителей действия. Строение наших мышц также имеет значение для плавных движений. Они мягки и эластичны. Если мы, например, на что-то наткнемся, то мышцы могут действовать сообразно с обстановкой и изменять движение, если возникает препятствие. Однако технические производители действия работают гораздо совершеннее. ■

Управляемые роботы.

Промышленные роботы движутся большей частью рывками. Движение происходит так быстро, что за ним почти нельзя уследить. Затем они внезапно останавливаются. Процесс их движения не выглядит при этом изящно. Движения роботов, выполняют раз и навсегда заданную программу. Если они при этом случайно наткнутся на что-то, они не могут переключиться на другую программу и изменить свое движение в соответствии с помехой. Поэтому нередко роботы выходят из строя. ■

Эластичные элементы для роботов. Инженеры попытались снабдить руки роботов эластичными элементами, подобными мускулам человека. Благодаря этому можно добиться плавных и ровных движений, но для этого, конечно, необходимы точные расчеты. ■

Руки роботов приводятся в движение моторами, с компьютерным управлением. Своими вращающимися грейферами они могут удерживать инструменты.



РЕГУЛИРУЮЩАЯ ЦЕПЬ

Между управлением и регулировкой существует очень большое различие. В природе это явление существует уже очень давно: она пользуется отлично отработанными регулирующими цепями.

Управлять и регулировать. Пустим электрическую игрушечную лодку в пруд. На другой стороне ее ожидает человек.

Правильно наставим руль, проверим направление и отправим лодку. Она начинает свой путь, как управляемая. Если с какой-либо стороны подует ветер, мы уже ничего не сможем сделать — лодку снесет ветром, и она не попадет к ожидающему ее человеку.

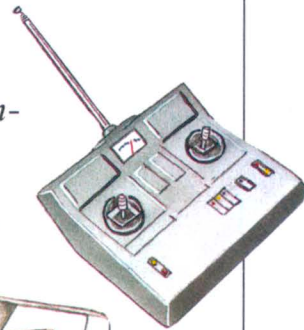
Совершенно иначе действует электрическая игрушечная лодка с дистанционным управлением. Когда она отклоняется от курса, мы можем вновь его отрегулировать, чтобы лодка наверняка попала к ожидающему человеку. Регулировка означает: наши глаза, как сенсоры, замечают отклонение и с помощью дистанционно управляемого руля лодки регулируют это отклонение. По сути, в этом случае мы должны говорить не о дистанционном управлении, а о дистанционной регулировке. ■

Регуляция температуры в природе. Принцип регуляции известен в природе уже миллионы лет. В нашем теле постоянно действуют сотни регулирующих цепей. Однако мы этого не осознаем. Примером может служить реакция на холод. Если становится слишком холодно, то это замечают воспринимающие холод чувствительные нервные окончания (терморецепторы) в коже.

Информация сообщается в центр регуляции, наш мозг. Он, опять же с помощью нервной системы, дает указание выработать больше тепла, например посредством точных, быстрых движений мускулов. Мы начинаем «дрожать от холода», и благодаря этому нам становится теплее. Таким образом регулируется температура тела человека. ■

Оптимальная температура человеческого тела составляет примерно 36,6°C градусов. Если температура опускается, то терморецепторы кожи реагируют и передают информацию в мозг. Чтобы выработать больше тепла, мускулатура активизируется. Мускулы начинают сокращаться.

По тому же принципу регулируется температура в отопительной системе: если температура падает ниже температуры 20°C, реагирует температурный датчик, или термосенсор. Он сообщает о падении температуры на регулятор. Регулятор дает команду нагревательному устройству повысить мощность и производить больше тепла, пока опять не будет достигнута нужная температура. ■



С помощью дистанционного управления путь электрической лодки можно точно отрегулировать.

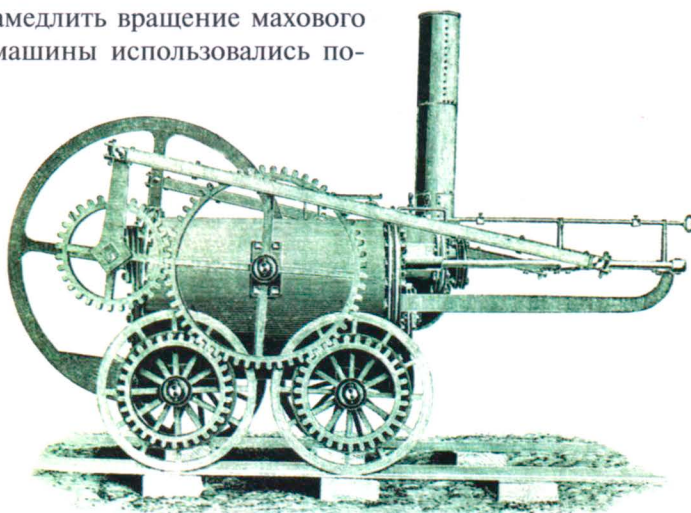


Техническая регуляция температуры. Регулирующим вентилем на нагревательном устройстве или термостате можно установить нужную температуру в помещении. Термостат имеет сенсор, который измеряет температуру в помещении. Его задача состоит в том, чтобы включить отопление, если становится слишком холодно, и отключить, когда нужная температура достигнута. Под давлением жидкости сенсор действует на регулирующий вентиль нагревателя. Он открывается сильнее, и тогда может поступать большее количество горячей воды. Благодаря этому нагревается отопительное устройство, и температура в помещении поднимается. ■

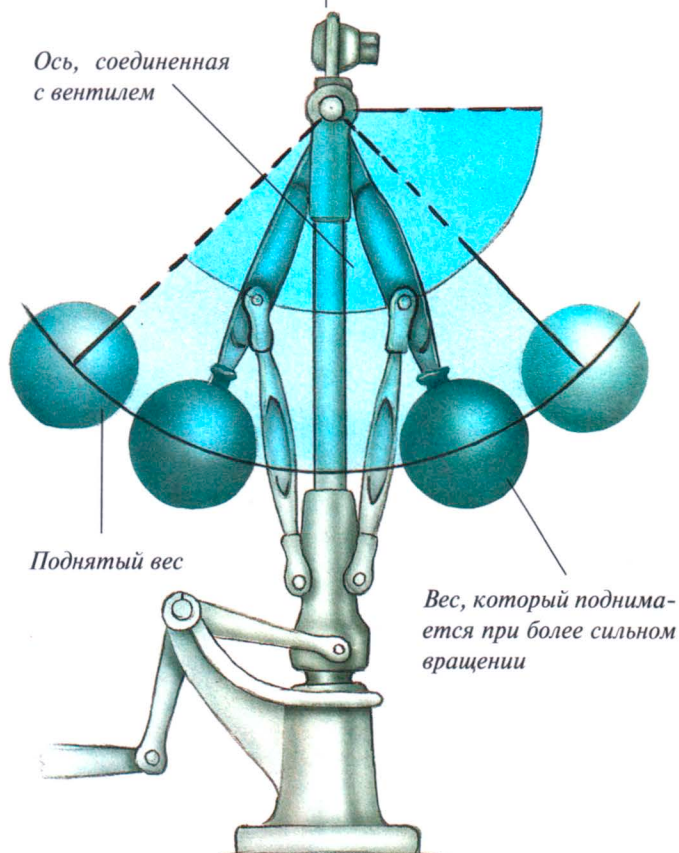
Принцип регуляции в технике.

Техника регуляции в промышленности применяется уже свыше 200 лет с момента создания паровой машины. В 1789 году Джеймсом Ваттом (1736—1819) был изобретен центробежный регулятор. Он регулировал количество оборотов ведущего и махового колес (количество оборотов в секунду). Таким образом мощность паровой машины поддерживается равномерно. Паровые машины в то время приводились в действие горячим водяным паром, который вырабатывался в нагревательном котле (цилиндре) под высоким давлением. Пар двигал поршень, который приводил в движение маховое колесо. Вращающейся осью махового колеса можно было привести в действие различные машины.

Ось центробежного регулятора была соединена с маховым колесом. Два тяжелых металлических шара находились на концах двух стержней, расположенных напротив друг друга. Если маховое колесо вращалось очень быстро, то посредством центробежной силы поднимались оба веса. Благодаря этому открывался вентиль и регулировался доступ пара. Таким образом можно было снизить давление пара и замедлить вращение махового колеса. Паровые машины использовались поначалу для запуска машин, а также в теплотах и локомотивах. ■



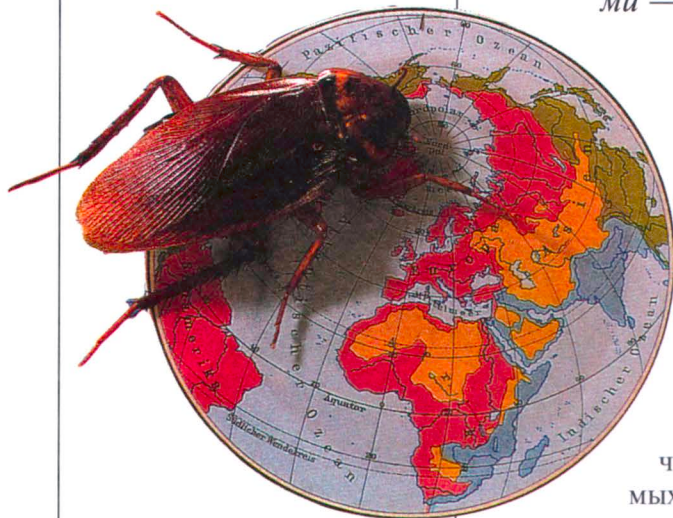
Технический центробежный регулятор: если маховое колесо вращается быстро, то поднимаются оба веса. Направление вращения горизонтально.



Локомотив, построенный Ричардом Тревитиком (1771—1833) в 1803 году, был первым транспортным средством для перевозки пассажиров, которое на паровой тяге. Тревитик считается изобретателем паровоза.

«ЭЛЕКТРОНИКА» В ПРИРОДЕ

Животные тоже обладают «электроникой». Только природа работает не с транзисторами, а с биологическими мембранами — пленками, которые тоньше барабанной кожи.



Тараканы — одни из древнейших насекомых, однако их строение весьма совершенно.

Восприимчивость к сотрясению у тараканов поистине феноменальна. Эти насекомые замечают даже самые незначительные колебания, которые для человека совершенно неощутимы. Можно провести такой мысленный эксперимент: представим, что таракан стал величиной с Землю. Областью рта он может касаться северного, а задней частью туловища южного полюсов. Таракан мог бы замечать сотрясение почвы под ним, при которой земля колебалась бы на 1 мм!

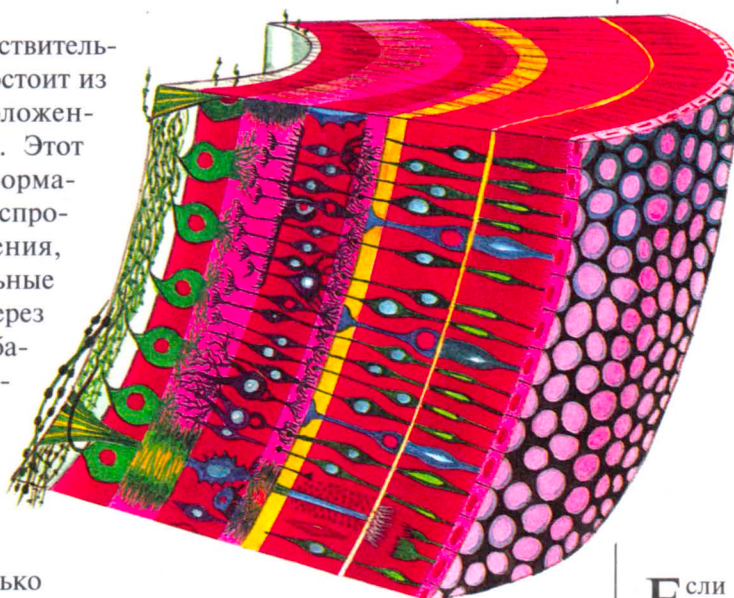
Насекомого, более чувствительного к сотрясению, не существует! ■

Тараканы. Всеми нелюбимые тараканы — на самом деле очень интересные насекомые. Они относятся к древнейшим на нашей планете и появились много сотен миллионов лет назад. И в те времена они выглядели так же, как сегодня. Почему же они не изменились? Вероятно, потому, что природа уже снабдила их всем необходимым. У тараканов есть многочисленные элементы, работающие с помощью «электроники». Тараканы могут пробраться в самые узкие щели. Благодаря длинным усам они ориентируются в темноте. Тараканы относятся к самым быстробегающим насекомым, их нервная чувствительность выше, чем у большинства других насекомых. Они имеют тончайшие волоски на задней части туловища, которые колеблются, даже когда появляется незначительный звуковой сигнал. В их коленной области находится парусообразно натянутый слой высокочувствительных нервных окончаний. Они улавливают малейшие изменения в среде, могут почувствовать, к примеру, что на расстоянии нескольких метров открылась дверь. В этом случае таракан получает сигнал, что ему следует скрыться. «Биологическая электроника» определяет их фантастическую способность спасаться бегством. ■

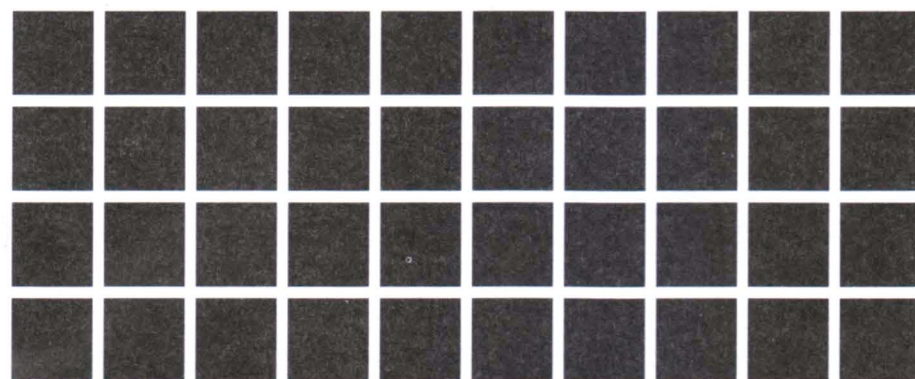


Реагирующий на сотрясения рецептор в колене таракана.

Сетчатка. Светочувствительный слой сетчатки глаза состоит из множества клеток, расположенных близко друг к другу. Этот слой воспринимает информацию, которую хрусталик воспроизводит в виде изображения, раскладывает ее на отдельные элементы и посылает их через зрительный нерв к перерабатывающим центрам в головном мозге. Поэтому сетчатку можно было бы сравнить с фотографической пленкой. Но сетчатка более совершенна, чем пленка. Она не только является органом, который воспринимает изображение, она еще и обрабатывает его. ■



Срез сетчатки глаза человека.

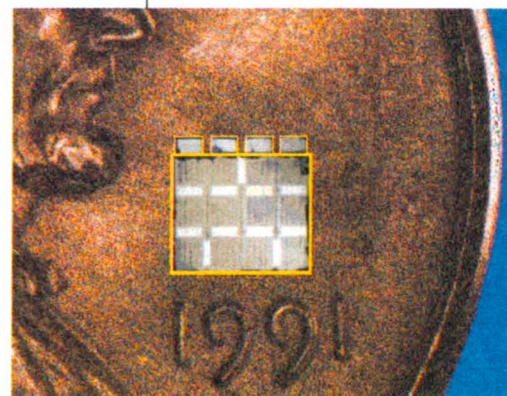


Обман зрения. Если зафиксировать взгляд на черном поле, в местах пересечения белых полос появляются серые пятна.

Искусственная сетчатка. Даже если человек теряет зрение, зрительный нерв может сохраняться. Чтобы вернуть пациенту определенный процент зрения, сегодня создается искусственная сетчатка. Это очень маленькие электронные кристаллы, подобные тем, которые встраиваются в видеокамеры. Если бы удалось создать тончайший контакт зрительного нерва и такого кристалла и если бы кристалл действовал на дне глазного яблока, то ослепший человек смог бы опять видеть. При создании искусственной сетчатки прежде всего должны регулироваться края изображения с помощью различных комбинаций схем (как при рассмотрении черных квадратов), иначе нельзя получить четкого изображения. Это заимствовала техника. Дипроекторы, например, сами настраиваются на четкое изображение. Это стало возможным только тогда, когда разработали схемы, которые работают подобно перерабатывающим изображениям слоям в сетчатке глаза человека. ■

Если смотреть на темное поле находящегося сверху рисунка, то возникает впечатление, что на местах пересечения белых полос возникают серые пятна. Если задержать взгляд на таком сером пятне, то оно пропадет. Как это происходит?

Сетчатка является устройством, перерабатывающим изображение. Серые пятна возникают из-за того, что на границе с белым черное кажется особенно темным, а на границе с черным белое особенно светлым. Тот, кто сконцентрируется, сможет уловить этот эффект сознательно. Вызывает этот оптический обман ряд клеток в определенных слоях сетчатки. ■



Кристалл — искусственная сетчатка — по сравнению с величиной монеты в один цент.

ОПТИКА И СВЕТОВОЛНЫ

Наш глаз, как известно, имеет хрусталик. Хрусталик воспроизводит изображения на сетчатке. Большинство объективов кинокамер работают по этому принципу, но есть и другие системы.

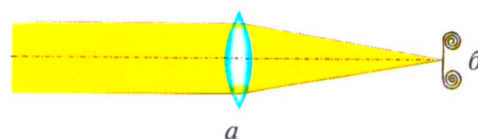
Линзовая и зеркальная оптика. В объективы кинокамер и микроскопов всегда вставляется несколько линз, чтобы избежать возможных оптических погрешностей. Существует также зеркальная оптика для фотоаппарата. Подобным образом обычно оборудуют телеобъективы, которые приближают далекие предметы. Такая оптика имеет большое фокусное расстояние. В противоположность множеству линз, в таком объективе необходимо только одно зеркало, так как погрешности в его изображении невелики, кроме того, имеется и вспомогательное зеркало. ■



Линзовая оптика, обладающая большой светосилой.

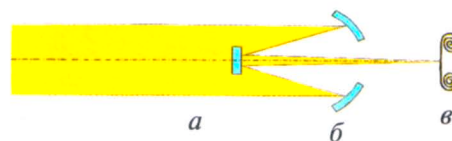
Линзовая оптика.

- а) Линза
- б) Пленка

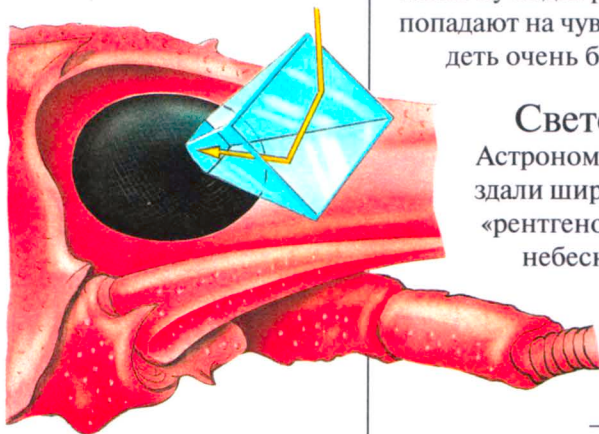


Зеркальная оптика.

- а) Вспомогательное зеркало
- б) Зеркало
- в) Пленка



Зеркальная система в отдельном глазе рака.



Зеркальная оптика в природе. Глаза с хрусталиком характерны для человека и многих животных. Зеркальные оптики встречаются гораздо реже, они есть, например, у раков. Ракам нужны светосильные глаза с большим углом зрения, обладающие большой светосилой. В составных глазах рака отдельные глаза имеют только четырехугольные фасетки. Световые лучи два раза отражаются между отдельными глазами и только тогда попадают на чувствительные клетки. Таким образом, глаз рака, может увидеть очень большое пространство с большой четкостью. ■

Светосильные широкоугольные кинокамеры.

Астрономы точно изучили принцип глаза рака и на его основе создали широкоугольную кинокамеру, которая может направляться на «рентгеновский свет». Рентгеновские лучи излучаются некоторыми небесными объектами, например квазарами. Астрономы очень

интересуются такими снимками, так как по ним можно изучать структуру Вселенной. Потому им нужны кинокамеры, которые, с одной стороны, четко изображают, а с другой стороны обладают чрезвычайной светосилой

— или в данном случае «рентгеносилой». И того и другого можно достичь с помощью зеркальных оптик, которые создаются по принципу глаза рака. ■

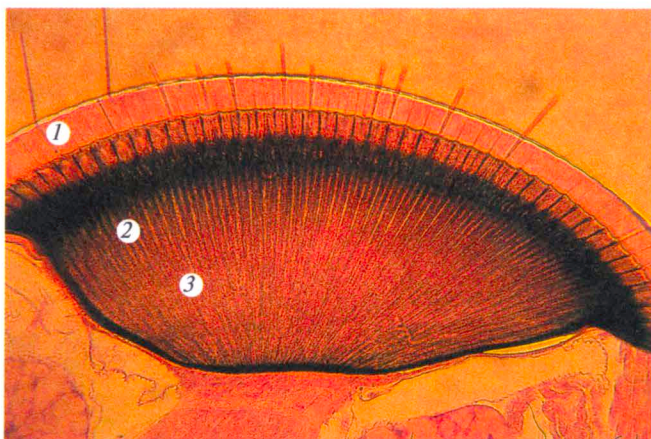


Голова большой стрекозы с огромными глазами.

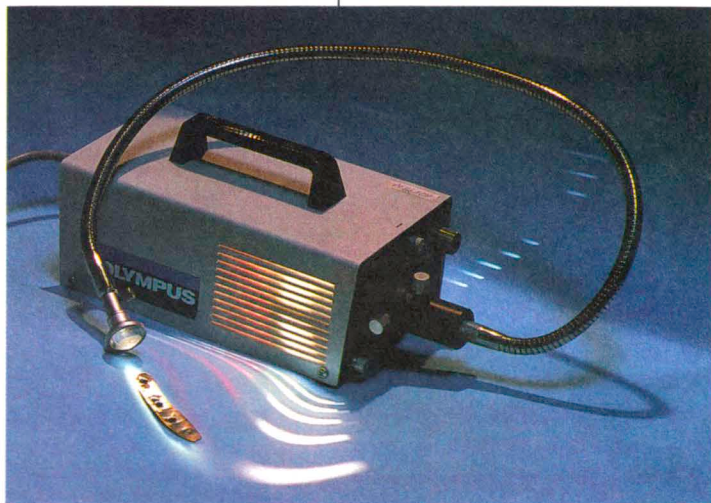
Фасеточные глаза. В глазу насекомого находится много маленьких фасеток, расположенных рядом друг с другом. В отличие от четырехугольных фасеток рака с их зеркальной оптикой, линзовая оптика насекомых шестиугольная. У большой стрекозы в одном глазу соединено до 20 000 шестиугольных отдельных глаз. Глаз стрекозы может видеть даже определенный отрезок позади головы. Стрекоза может смотреть одновременно вперед, в сторону и немного назад.

Отдельные фасетки глаза насекомого сильно вытянуты в длину и проводят свет по принципу световодов. Это можно увидеть на разрезе глаза. Свет не может уйти. В конце световодящих волокон он попадает на чувствительные клетки. Фасеточный глаз имеет, таким образом, совершенно другой принцип устройства по сравнению с человеческим глазом. ■

«Лебединые шеи». Техника заимствует фасеточные глаза с так называемыми «лебединными шеями». От ящичка с очень светлой лампой исходит гибкая трубка, в которой находится много тончайших световодящих волокон. Они проводят свет даже в самые темные уголки. Так можно освещать труднодоступные полые пространства, например кишечник, с помощью эндоскопов. ■

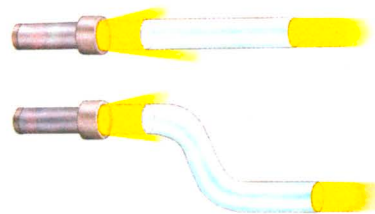


Разрез фасеточного глаза медоносной пчелы: шестиугольные фасетки роговицы (1), элементы, проводящие свет (2), чувствительные клетки (3).



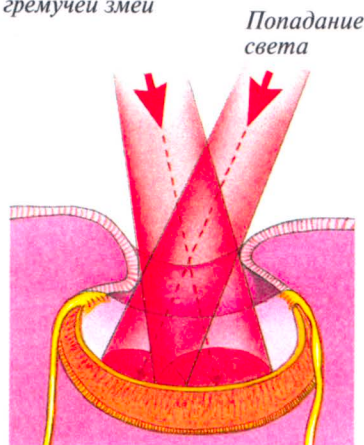
Этот осветительный прибор со световодящими стеклянными волокнами подходит для освещения мелких предметов.

Если перед карманным фонариком держать стеклянный стержень, то свет проходит через него и выходит только на другом конце. По этому принципу построены глаза многих насекомых. ■



Раздражителей, которых живые существа не воспринимали бы, практически нет. Не имеет значения, идет ли здесь речь о цвете, звуке, потоке воздуха, давлении, вкусе, запахе и т.д. Технические сенсоры также могут улавливать многие раздражители, которые воспринимают органы чувств человека и животного. Однако они все же не могут достичь высокой чувствительности биологических сенсоров. ■

Тепловые рецепторы
гремучей змеи



Мембрана
с нервными
окончаниями

Нерв

Теплоизмеритель
жука-пожарника.

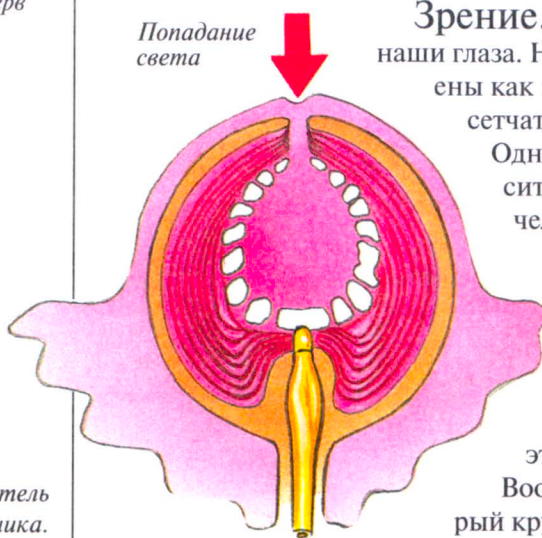
ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Органы чувств человека и животных необыкновенно восприимчивы. Высокая чувствительность применяется и в технике.

Определение местонахождения тепла. Гремучая змея определяет местонахождение теплокровных мышей с расстояния 1,5 м с помощью глаз. Теплочувствительные клетки растянуты на мембране, толщина которой составляет 0,0015 мм. Благодаря воздушной подушечке, которая плохо проводит тепло, они теплоизолированы от глазного дна. Слабое теплоизлучение мыши возбуждает высокочувствительные клетки. Таким образом, происходит непосредственное измерение тепла. Подобно этому, только намного точнее, в технике работают термокамеры, с помощью которых можно определить потерю тепла стеной дома.

Жук-пожарник летит прямо на лесной пожар, чтобы на обугленных деревьях, после того как они остынут, отложить яйца. Его теплочувствительный орган выглядит как миниатюрный апельсин. На нем есть отверстие, через которое проникают тепловые лучи, как лучи света в камеру Обскура. То, что нагревается, как известно, расширяется, точно так же ведет себя этот орган чувств. Расширение зависит от клеток, чувствительных к теплу. Таким образом, здесь имеет место косвенное измерение тепла. ■

Попадание
света



Зрение. Глаза хищных птиц видят острее, чем наши глаза. Например, глаза орла в принципе устроены как глаза человека. Они имеют хрусталик и сетчатку со светочувствительными клетками. Однако фокусное расстояние у орла относительно диаметра линзы больше, чем у человека. Образно говоря, у орла есть встроенный телеобъектив. Подобное можно наблюдать и у ястреба. Кроме того, у хрусталика глаза орла лучше оптические свойства, и светочувствительные клетки сетчатки располагаются значительно плотнее и поэтому точнее распознают изображение.

Вооруженный таким образом орел, который кружит на высоте в 1000 м, может без труда увидеть молодого сурка. ■



Своими зоркими глазами ястребы могут заметить добычу на расстоянии нескольких километров.

Слух. Уши человека находятся примерно в 20 см друг от друга. С помощью ушей мы можем узнать, откуда исходит шум. Когда человек определяет источник звука, он поворачивает голову так, чтобы звук был на одинаковом расстоянии от левого и правого уха. Тогда у нас создается впечатление, что звуковая волна точно перед нами. Если мы повернем голову еще немного, пока нам не покажется, что звуковая волна находится слегка в стороне, то одно ухо будет на 3,3 см ближе к источнику звука, чем другое. Скорость звука в воздухе составляет ровно 330 м/с. Для того чтобы пройти 3,3 см, звуку нужно 0,00001 секунды. ■

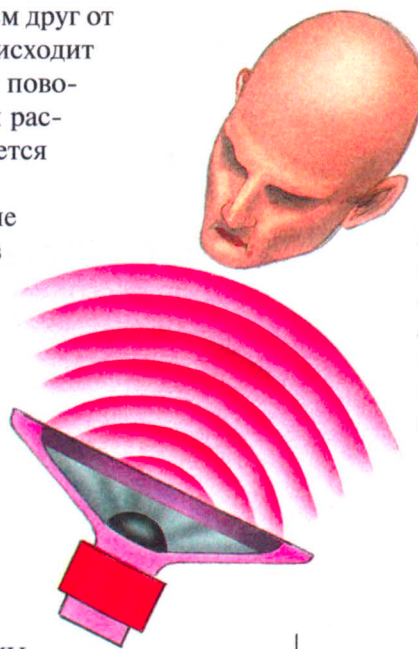
Границы развития. Наше ухо примерно в 1000 раз чувствительнее, чем микрофон, применяемый в профессиональной студии звукозаписи. Если бы наше ухо было еще в 10 раз чувствительнее, то мы слышали бы, как молекулы воздуха падают на барабанную перепонку. Это было бы излишним, так как в этом случае мы слышали бы лишний шум. Природа сконструировала ухо чувствительным настолько, насколько это рационально. Эволюция дошла до границы развития. Техника с высокочувствительными микрофонами уже подошла к ней вплотную. Часто встречаются органы чувств, которые достигли высшей степени чувствительности и тем самым границы своего развития.

Самец шелкопряда чувствует запах самки за много километров против ветра. При этом он может улавливать самые маленькие молекулы ароматического вещества с помощью своих широко расставленных антенн. «Искусственные носы», например, для химической промышленности уже существуют. Несмотря на техническое совершенство, они в 1000 раз менее чувствительны, чем природные. ■



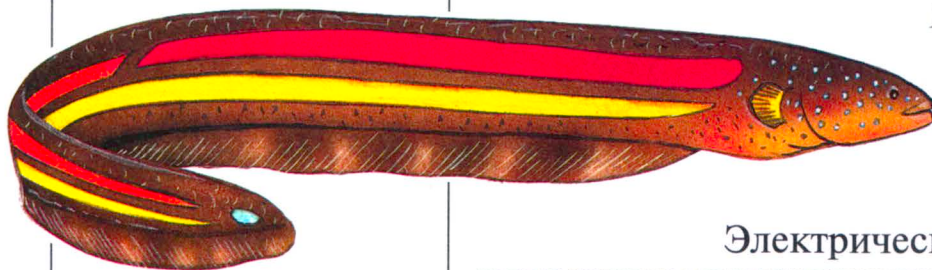
Как долго длится 0,00001 секунды? Кто может представить себе 0,00001 секунды? 1 секунду можно легко представить. Она длится столько же, сколько удар нашего сердца. 0,1 секунды мы тоже можем представить — она соответствует долгой автоматической выдержке кинокамеры. Один раз ударить в ладоши длится 0,01 секунды, 0,0001 секунды дает очень быстрая автоматическая выдержка кинокамеры, но ее мы уже не можем представить, а 0,00001 секунды уже совсем невозможно. А ухо работает с продолжительностью в области 0,00001 секунды и еще меньше. Мы просто не можем представить себе столь короткие промежутки времени. ■

С помощью антенн большая венская ночная павлиноглазка улавливает ароматические вещества.



Голова слегка повернута в сторону. Уже при таком отклонении ухо может чувствовать, что источник звука находится немного в стороне.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО В ЖИВОТНОМ МИРЕ



Электрический угорь.

Без электричества нельзя представить наш сегодняшний мир с высоким уровнем развития техники. Природа тоже не может обходиться без явлений электричества.

В карманном фонарике все части электрической цепи соединены последовательно. Карманный фонарик горит при помощи только одной батарейки. В цинковом корпусе (1), называемом также оболочкой, находится угольный стержень (2) в оболочке из пиролюзита. Электролитом служит концентрированный раствор нашатыря. Он вступает в реакцию с угольным стержнем и цинковой оболочкой. Цинковая оболочка разлагается медленно. При этом высвобождается химическая энергия, которая преобразуется в электрическую. Возникает напряжение. Положительный полюс (угольный стержень) и отрицательный (цинковая оболочка) связаны с лампочкой (3). Если включают карманный фонарик (4), замыкается электрическая цепь: ток течет между двумя полюсами и по лампе — она загорается.

Электрический ток. Электричество дает не только энергию для вычислительных приборов и машин, для ламп и моторов, но и электрические сигналы для радиол, телевизоров, телефонов и компьютеров.

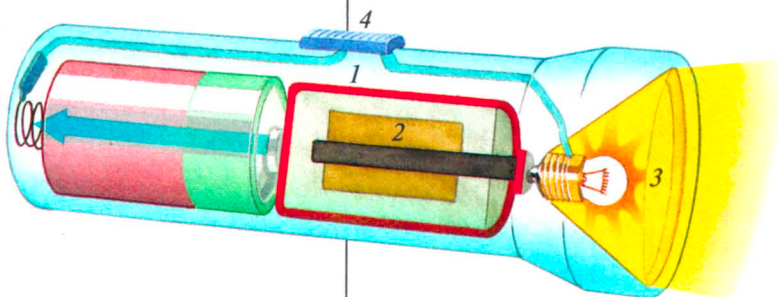
Электрический ток течет до тех пор, пока источник тока и потребитель (например, лампа) образуют замкнутую цепь. Для того чтобы замкнуть электрическую цепь, все ее части должны быть соединены друг с другом и должны проводить электрический ток.

Карманный фонарик, карманный калькулятор, ручные часы — в каждом доме есть целый ряд приборов, которые работают на батарейках. Батарейки состоят из нескольких элементов и преобразуют химическую энергию в электрическую, которая обеспечивает протекание электронов в электрической цепи. Элементы состоят, в сущности, из положительного и отрицательного электрода и электролита. Электролит — это химическое соединение, которое вступает в реакцию с электродами и при этом содержат ионы. Ионы вызывают электрическое напряжение. Это напряжение заставляет течь электрический ток от отрицательного электрода по цепи к положительному. Это можно наблюдать на примере карманного фонарика.

Напряжение и сила тока. Напряжением называется сила, которая приводит в движение электроны. Оно измеряется в вольтах (В). Различные батареи имеют разную величину напряжения: в то время как батарея для автомобиля имеет величину 12 вольт, величина напряжения у батареек для наручных часов составляет примерно 1,35 вольта. Мощность электрического прибора измеряется в ваттах (Вт). Большие карманные фонарики имеют две или несколько батареек. Отдельное напряжение нескольких батареек и вызывает более высокое общее напряжение. Два элемента с напряжением в 1,5 В дают вместе 3 В.

При более высоком напряжении в цепи увеличивается и сила тока.

Однако есть приборы с высоким напряжением и незначительной силой тока, например калориферные установки, или приборы с незначительным напряжением и большой силой тока, например автобатарея. ■



Электрические рыбы.

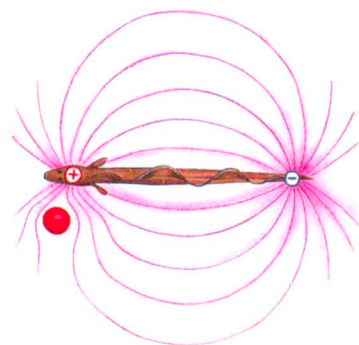
По нервам и мышцам человека и животных текут очень слабые электрические токи. Некоторые электрические рыбы, как, например, электрический угорь (Южная Америка) могут испускать электрические разряды до 700 вольт, с помощью которых они могут оглушать или убивать врагов и свою добычу. Электрический орган, который генерирует напряжение, занимает большую часть их тела и состоит из особой мускулатуры. Напряжение, как и в батарее, создается потоком ионов и разряжается серией ударов, быстро следующих один за другим. Существуют также и другие электрические рыбы, которые с помощью незначительного напряжения в 50 вольт генерируют очень большую силу тока. К ним относится электрический скат, который электрическими ударами оглушает нападающих или добычу. Сильные электрические удары электрического ската могут быть опасны и для человека. ■



Электрический скат способен создать электрический импульс напряжением до 60 В при силе тока до 50 А.

Ориентация с помощью электрических импульсов.

Во многих реках, например в Ниле, вода очень мутная, так что рыбы могут видеть лишь на расстоянии нескольких сантиметров. Поэтому некоторые виды рыб, водящихся в Ниле, ориентируются с помощью пульсирующих электрических разрядов. Нильская щука, например, посылает до 500 импульсов в секунду, угри — до 600 импульсов в секунду. При этом напряжение, как правило, не превышает одного вольта. Максимальное напряжение может достигать 25 вольт. С помощью своего «электропередатчика», который находится на стержне хвоста, эти рыбы создают пульсирующее электрическое поле. Рыбы принимают его с помощью электроприемников по бокам туловища. Хищные рыбы, животные, которые становятся добычей, камни и растения по-разному изменяют электрическое поле. С его помощью рыбы могут распознать, что находится вблизи, схватить добычу или скрыться. Самец и самка распознают друг друга по пульсирующим электрическим полям, которые слегка различны. ■



Предмет изменяет электрическое поле, которое создает нильская щука.

Основные понятия электричества

Величина	Единица	Значок	Пояснение
Напряжение	Вольт	В	Благодаря напряжению в цепи течет электрический ток
Сила тока	Ампер	А	Движение тока в секунду
Мощность	Ватт	Вт	Указывает, как быстро энергия превращается в работу

ЧАСТОТНОЕ КОДИРОВАНИЕ

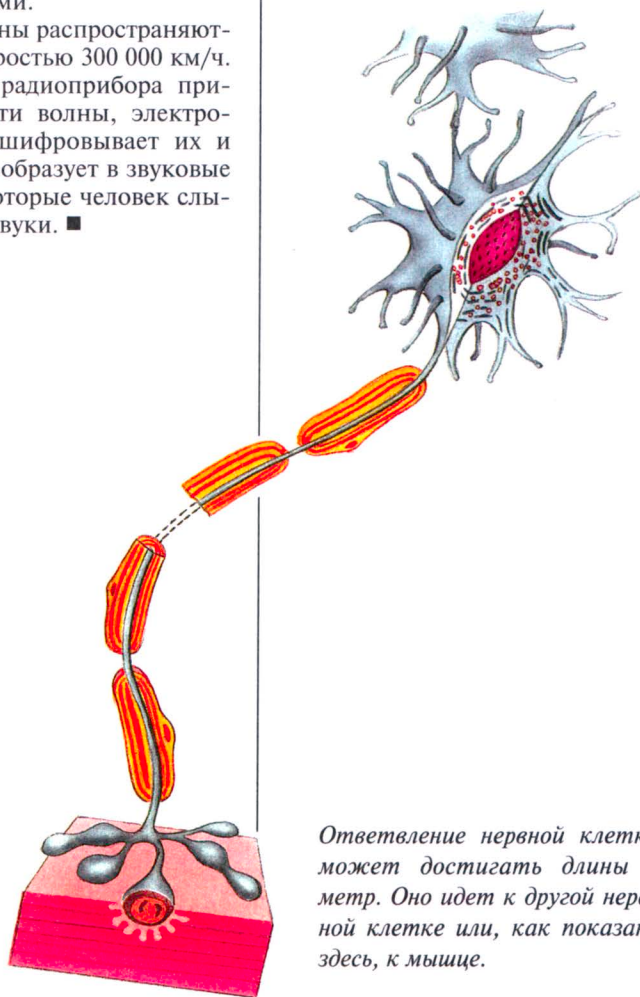
Звуковые волны — это вибрации, которые передаются по воздуху и которые может слышать наше ухо. Количество колебаний в секунду называется частотой. Звуковые волны, которые создаются низким голосом, имеют более низкую частоту. Высокий голос вызывает другие звуковые волны. Они имеют высокую частоту. Например, в радиопередатчике звуковые волны преобразуются в электрические колебания и радиоволны, которые потом передаются радиостанциями и спутниками.

Радиоволны распространяются со скоростью 300 000 км/ч. Антенна радиоприбора принимает эти волны, электроника расшифровывает их и опять преобразует в звуковые волны, которые человек слышит как звуки. ■

Как нервная система, УКВ-радио превращает колебания в короткие электрические импульсы и проводит их.

Проводимость. Нервная система — это огромная сетевая структура для передачи информации. Она дает нам возможность с помощью осязания, зрения и слуха воспринимать окружающий мир, замечать изменения и реагировать на них. Для передачи информации по нервам проходят электрические импульсы. Совсем тонкие нервы работают при этом медленно. Скорость их проводимости составляет всего несколько метров в секунду. Самые быстрые нервные пути в спинном мозге работают со скоростью 130 м/с. Это значительная скорость. При быстрой проводимости вся информация сначала кодируется. Медленное колебание напряжения, преобразуется в короткие нервные импульсы. Чем выше напряжение, тем выше частота импульсов. Эти импульсы передаются по нервам и расшифровываются нервной системой. Таким образом, мозг получает информацию. ■

Нервы и УКВ-радиовещание. По методу УКВ колебание раскладывается на отдельные короткие импульсы, быстро следующие друг за другом. Импульсы, которые изучаются передающей станцией, принимаются радиоприемником и преобразуются в колебания, которые слышны в громкоговорителе как звук. Преимущество такой кодированной частотной передачи состоит в том, что она менее чувствительна к помехам. Поэтому у коротковолновых и средневолновых приемников, которые работают не на этом принципе, намного больше помех, чем у УКВ-приемников. Стоит только включить радио и установить соответствующий волновой диапазон, и это сразу подтвердится. ■

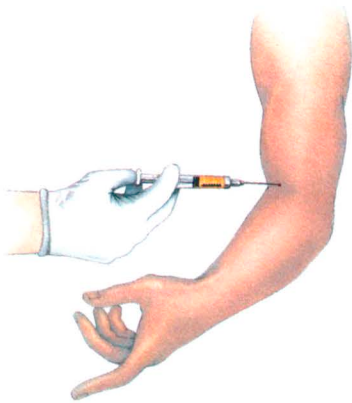


Ответвление нервной клетки может достигать длины в метр. Оно идет к другой нервной клетке или, как показано здесь, к мышце.

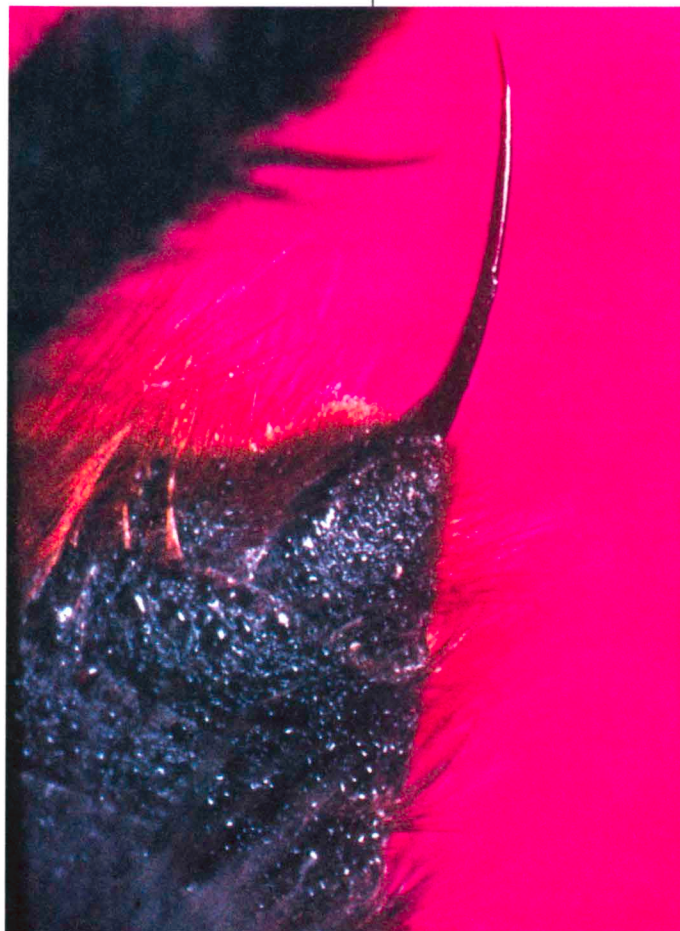
НАПАДЕНИЕ И ОБОРОНА

*Животные обладают удивительным
оружием и высокоэффективными
системами защиты от врагов-хищников*





Задняя часть тела медоносной пчелы, где находится жало, оказывается эффективным средством обороны.



ИНЪЕКЦИОННЫЕ ШПРИЦЫ

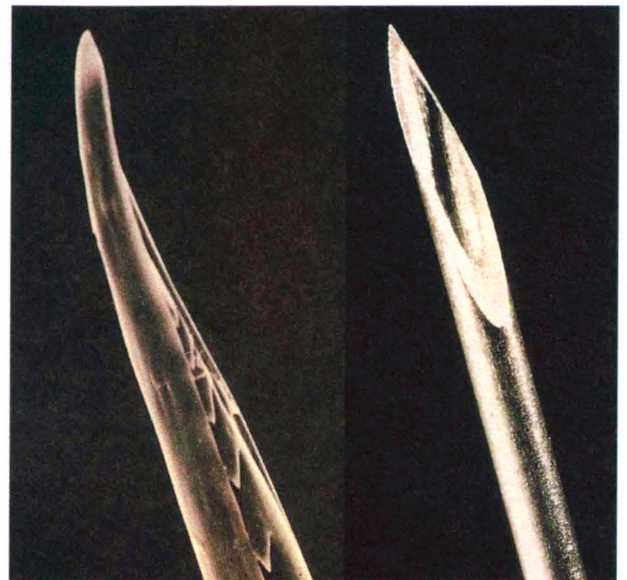
Не техника, а природа создает самые эффективные и тончайшие инъекционные шприцы и наиболее миниатюрные по размерам, но очень быстрые снаряды.

Осиное жало. Длина жала пчелы или осы не превышает 3 мм, а толщина 0,001 мм. Если ося угрожает опасность, то она применяет его для защиты. Жало с легкостью впивается в кожу человека, превращаясь в крошечный кинжал. Одновременно оно является инъекционным шприцем. Пострадавшему причиняет боль не сам укол, ведь он практически незаметен. Жгучую боль вызывает яд, введенный этим маленьким шприцем. ■

Игла для инъекций. Если, применяя сильную систему увеличения, сравнить самые тончайшие медицинские иглы для инъекций с жалом осы или пчелы, то мы будем сильно удивлены несовершенством технического инструмента.

К сожалению, техника не создала еще игл, подобных жалу, которые не гнуться и не ломаются.

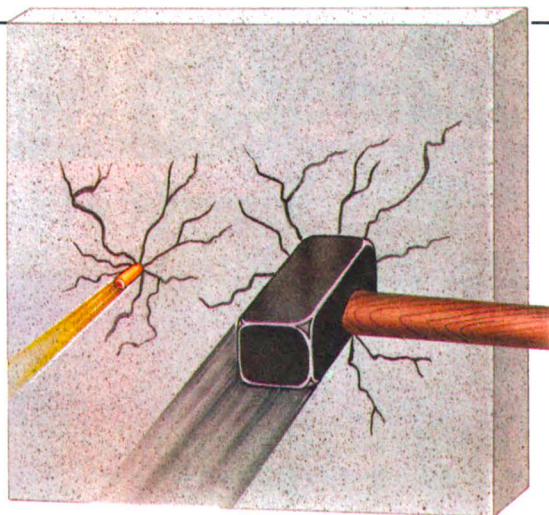
Если бы удалось создать такие инъекционные шприцы, то прививки, например, стали бы почти безболезненными. Множество людей перестали бы бояться уколов. Природа демонстрирует нам, что возможно создать чрезвычайно маленькие, но очень прочные структуры. Теперь от медицинской техники требуется создать соответствующие инструменты. Образцом здесь могут служить жала осы или пчелы, однако материал, из которого будут создаваться шприцы для инъекций, будет, конечно, техническим. ■



Диаметр кончика жала пчелы составляет 0,01 мм. Самая тонкая инъекционная игла имеет диаметр 0,5 мм.

СНАРЯДЫ

Уже многие столетия военная техника знает, что для того чтобы пробить броню танка, нужна или большая масса, или высокая скорость. Тяжелое пушечное ядро, которое стали применять в конце средневековья, могло причинить значительный ущерб каменным стенам башни толщиной в метр. Оно ускорялось сильным пороховым зарядом, набирало очень высокую скорость и со всей силы обрушивалось на стену.



Обжигающие капсулы. В биологии известен случай, когда применяется чрезвычайно высокая скорость при чрезвычайно малой массе. Речь идет о необыкновенных по величине пресноводных полипах, которые обитают в прудах и болотных трясилах. Их длина составляет несколько миллиметров. В их щупальцах находятся обжигающие капсулы. Если полипы хотят оглушить и поймать добычу, например водных блох, то они стреляют этими капсулами. Быстрые, как стрелы, снаряды попадают в тело животного и там направляют сложенные крючки. Молниеносно выпускаются ядовитые нити, которые оглушают добычу. ■



Медленный удар тяжелого молотка и легкая пуля, имеющая очень большую скорость, могут иметь одну и ту же силу.

Снимки обжигающей капсулы в постепенном развитии сделаны под лупой: сложенные крючки раскладываются, затем выталкивается ядовитая нить. Промежуток времени между отдельными снимками составляет всего $\frac{1}{20\,000}$ секунды.

Миниатюрные пушки. Капсулы пресноводных полипов стреляют в воде невероятно быстро, их скорость равна 30 м/с, это приблизительно составляет 100 км/ч. Для таких чрезвычайно маленьких существ эта скорость. Миниатюрные пушки стреляют с такой большой силой, что их снаряд, снабженный крючками, в течение невероятно короткого промежутка времени $\frac{1}{4000}$ секунды из состояния покоя доводится до наивысшей скорости. Это необходимо, так как масса каждой капсулы очень мала. Поэтому, для того чтобы пробить довольно крепкий защитный панцирь водной блохи, полипы должны развивать большую скорость. ■



Ракушки имеют толстые створки, которые надежно помогают им в случае опасности. Но и большая ракушка не сможет выстоять против морской звезды, которая обхватывает ракушку своими многочисленными ножками с присосками и раскрывает ее. Для этого ей нужно несколько часов. Морская звезда не сильнее ракушки, но она более цепкая. У нее, если можно так выразиться, больше терпения. В конце концов мышцы ракушки ослабевают, и между створками образуется маленькая трещинка. Тогда морская звезда выпускает свой длинный тонкий желудок, проникающий даже в самые маленькие щели, он располагается в ракушке и начинает ее раскрывать. Удерживающие мускулы ракушки этого не выдерживают, и она раскрывается. ■

Известковый панцирь морского ежа.



Панцирь броненосца.

При опасности черепаха скрывается в свой прочный панцирь.

ЗАЩИТНЫЕ ПАНЦИРИ

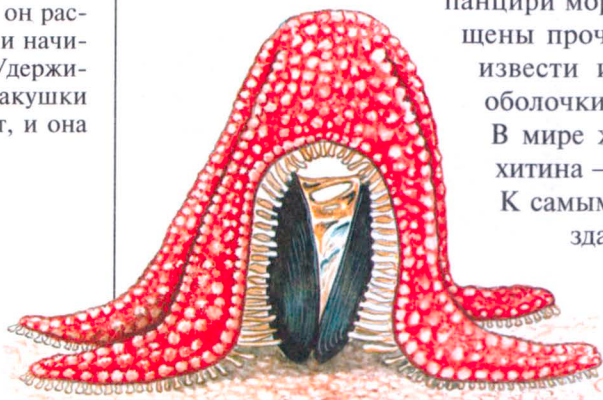
Многие виды животных защищены панцирем, который обеспечивает их безопасность, у некоторых из них он даже образует часть скелета. Наблюдая за природой, человек пришел к мысли об использовании панциря.

Надежные панцири. Панцири в животном мире большей частью представляют собой окаменевшее образование, которое защищает тело животного от когтей и клювов. Часто эти панцири состоят из отдельных частей, например из костяных пластин, которые дополнительно покрыты твердым и гладким веществом. Панцирь черепахи устроен именно так. Некоторые панцири, как, например,

панцири морских ежей известковые. Раки защищены прочной оболочкой, которая состоит из извести и органического материала. Такие оболочки относительно прочны.

В мире животных панцири часто состоят из хитина — очень интересного материала.

К самым толстым и прочным панцирям, созданным природой, относятся панцири гигантских черепах и вымерших гигантских броненосцев. Если бы на них поставили грузовой автомобиль, то они бы даже не треснули. ■



ПОДВИЖНЫЕ ПАНЦИРИ

Некоторые ракообразные, прежде всего мокрицы, а также некоторые личинки насекомых, имеют панцири, которые состоят из нескольких пластинок. Эти пластины входят друг в друга и соединяются внахлест. Благодаря этому они защищают животное, но не мешают ему двигаться.



Рыцарские доспехи. Удивительную функциональную схожесть можно заметить, если сравнить панцири животных и рыцарские доспехи средневековья.

Во время поединков рыцари были защищены доспехами, которые состояли из множества отдельных скovaných друг с другом пластин. Но эти пластины не были наглухо соединены друг с другом, а сцеплялись так, что могли двигаться.

Так, например, были отдельные полосы для рук и ног, которые совершали все движения вместе с человеком. В своих доспехах рыцарь был защищен от вражеских ударов меча, но при этом он мог ускользнуть от нападения противника и ловко орудовать собственным мечом. Еще большую свободу движений давали кольчуги. Они состояли из большого количества маленьких скovaných колец и надевались на верхнюю часть туловища. ■



Крепкий прочный панцирь — прекрасное средство защиты. Еще один способ защиты от нападений противника — быстро убежать, скрыться. Осьминог, когда на него нападают, резко сжимает отверстие в своей оболочке. Залившаяся в отверстие вода при этом очень быстро выталкивается, создавая сильный толчок. В тот же момент осьминог становится длинным и узким, благодаря чему легко скользит в воде и быстро исчезает, прежде чем приведенный в замешательство рак успеет его схватить. В дополнение к этому осьминог затрудняет видимость. К вытолкнутой воде он примешивает вещество, похожее на чернила. Оставляя за собой темный шлейф, осьминог исчезает. ■

Сильно вытянутая голова долгоносика покрыта панцирем.

Мокрицы и линкор

Защитное действие крепких панцирей может быть более эффективно: если голова имеет форму шара, то она почти не оставляет поверхности для атаки врага. Такой прием известен не только природе, но и оборонной технике.

Если приближается опасность, многоножка быстро сворачивается. Свернувшись, многоножка почти не оставляет противнику площади для нападения.

Мокрицы и многоножки. Когда надвигается опасность, мокрица сворачивается в шар, состоящий из пластинок панциря, поэтому ее трудно ухватить. Благодаря этому она почти не оставляет площади для нападения. Многоножка точно так же может свернуться в шарик. К этому замечательному принципу защиты пришли не только мокрицы и многоножки. В конечном счете к нему пришел и сам человек. ■

Линкоры. В американской гражданской войне участвовали первые линкоры. Деревянные суда были беспомощны перед ними. Ядра их пушек отлетали от брони. Линкоры же легко поджигали такие суда. Защита с помощью брони совершенствовалась, создавались более мощные пушки, которые смогли бы потопить противника. В результате этого была не только создана более прочная броня, но и найдена оптимальная форма, от которой отлетали ядра пушек.

Так стали создавать круглые и полукруглые линкоры. Они, как свернувшаяся в шарик многоножка, почти не оставляют площади для нападения. Такие круглые корабли имеют, однако, значительный недостаток: им трудно маневрировать. ■

Адмирал А.А. Попов в 1870 году спроектировал круглые линкоры, которые должны были применяться в Черном море.

УПАКОВКА И ОЧИСТКА

Природа «упаковывает свои плоды» с наименьшим количеством отходов, соблюдая основной принцип: достижение наибольшего эффекта при наименьших затратах. Человек же зачастую бездумно расходует упаковочный материал, создавая при этом груды мусора. Природа и здесь может стать для нас образцом



ОТ КОКОСОВОГО ОРЕХА ДО КОНФЕТНОЙ КОРОБКИ



Кокосовый орех — пример биологической упаковки, которая хорошо защищает и выдерживает большие нагрузки.

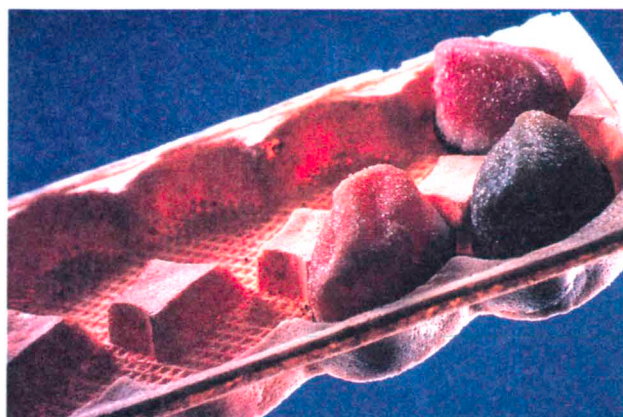
Ас упаковки — кокосовый орех. Что нужно упаковать в кокосовом орехе? Без сомнения — это зародыш, из которого потом вырастут новые растения. Для развития ему нужна мякоть плода, а также питательная жидкость, кокосовое молоко. Все это должно хорошо сохраняться. Следовательно, необходима твердая скорлупа. Если кокосовый орех упадет, то есть опасность, что он расколется. Поэтому ему необходима оболочка, которая смягчит удар. Эту задачу выполняют волокна кокоса. Наконец, весь орех покрывается еще и внешней скорлупой.

Таким образом, все имеет свое назначение, ничто не существует бесцельно. Кроме того, каждая природная упаковка служит для своей цели в определенное время, а потом исчезает. Такой должна быть упаковка. ■

Упаковка, которую можно съесть. Техника научилась у природы функциональным и безотходным методам упаковки. Упаковка, которую можно переработать, препятствует накоплению мусора. Было бы идеально, если бы упаковка употреблялась вместе с продуктом. Покупая коробку конфет, мы съедаем конфеты и выбрасываем коробку. Этого не должно быть. Одна фирма разработала съедобные коробки для мармелада. А почему бы и нет? Плод царградского стручка, например, использует средний слой своей оболочки для питания ростков. ■



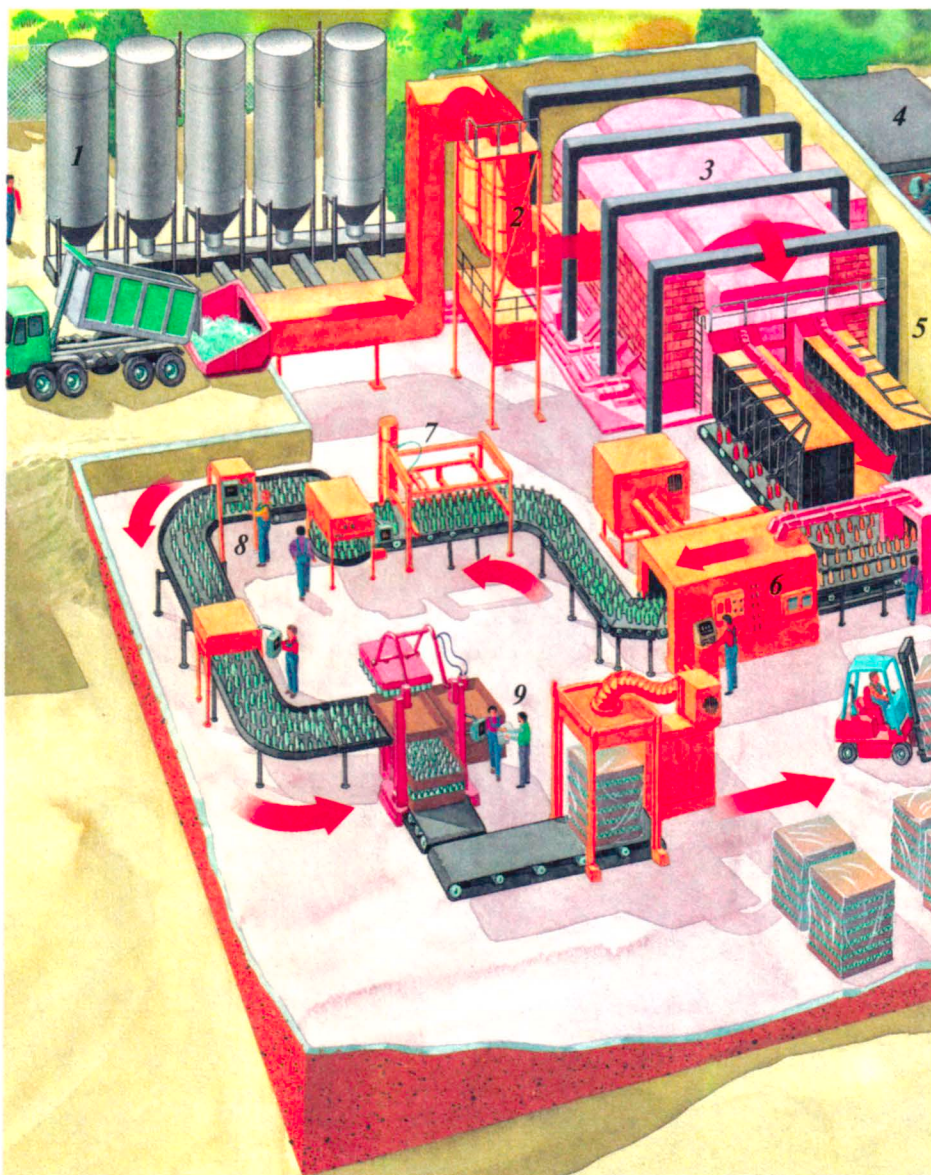
Съедобная упаковка царградского стручка. Средний слой служит для питания ростков.



Съедобная упаковка для конфет имеет вкус хрустящего печенья.

Безотходная упаковка. Стеклоянная упаковка сохраняет свежесть и чистоту продуктов и напитков. Она не наносит вред окружающей среде, так как ее можно сдать как пустую тару и подвергнуть вторичной переработке. Бутылку заполняют 50—70 раз, до того как она подвергается вторичной переработке. Пластиковые бутылки используются только один раз, пополняя собой груды мусора, так как вторичной переработке такая упаковка не подлежит. Чтобы упаковка была безвредной для окружающей среды, следует избегать лишних слоев. Например, картонных коробок, в которые вкладываются бутылки или тюбики.

Оптимальной формой упаковки является биологическая упаковка, создаваемая природой. Однако ее, конечно, нельзя перенести в технику. Было бы смешно упаковать телевизор так, как кокосовый орех упаковывает свои семена, окружая их волокнистой оболочкой. Но принципы природы можно заимствовать, изменяя форму. А именно: каждый элемент упаковки в определенное время играет свою роль и устраняется, когда перестает быть нужным. ■



Вторичная переработка старого стекла: грузовик привозит чистую рассортированную стеклянную посуду на склад стеклофабрики. Там она идет в переработку для изготовления чистого стекла. Основные материалы для изготовления стекла: кварцевый песок, сода, поташ, известняк. Из резервуаров для сырья (1) они поступают в смешивающие устройства (2). Туда же примешивается и подготовленное старое стекло. Для 100 новых бутылок из зеленого стекла используется 95 старых бутылок. В стеклоплавильных печах (3) получают новое стекло, процесс производства и качество которого контролируется на станции управления (4). Раскаленная жидкая стеклянная масса течет в формовочные автоматы (5). Там из стеклянных капель выдувается новая посуда. В охлаждающих печах (6) охлаждают стеклянные сосуды, в установке для улучшения качества стекла (7) обрабатывают поверхность с целью защиты. При последующем контроле качества (8) дефектные экземпляры отсортировываются и отправляются к старому стеклу. После упаковки (9) ящики с банками и бутылками запаиваются в целлофан и готовятся к отправке.

ЭКОНОМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВА

Растения упаковывают свой драгоценный продукт — семена — с максимальной экономией пространства. При этом ценный материал хорошо защищен.

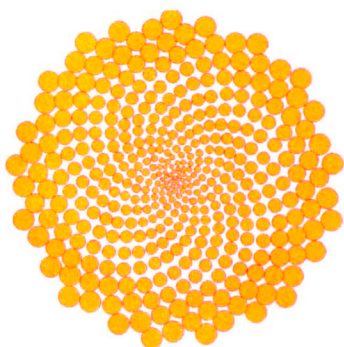
Семена в минимальном пространстве. В искусстве упаковки природа достигла настоящих чудес. Достаточно рассмотреть поверхность подсолнечника, на которой семечки расположены отдельными прорезающими друг друга спиралями. Мельчайшие отдельные цветки маргаритки расположены таким же образом относительно друг друга. В таком круге семена нельзя расположить лучше, чем в спиралевидном порядке, как у подсолнечника и маргаритки. Это доказали и компьютерные исследования. Если хотя бы незначительно отклониться от типичного расположения, то невозможно будет разместить столько зерен в такой окружности. ■



Плоды касатика расположены в трех ячейках.

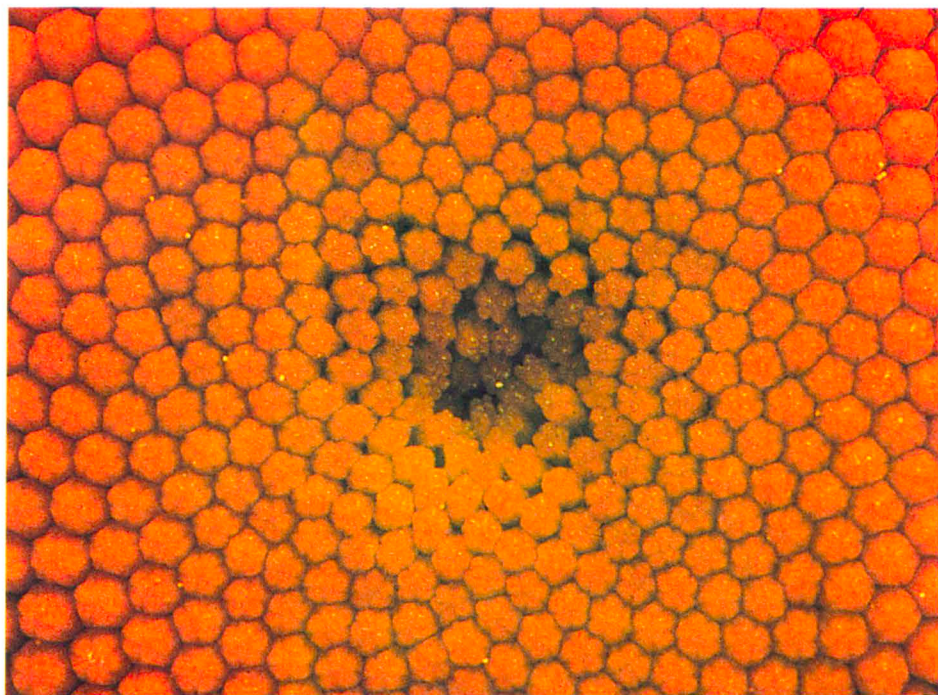


Компьютерное расположение с условиями, которые отклоняются от биологических: расположение не идеально.



Компьютерное расположение с биологическими условиями: так выглядят спирали цветков подсолнечника.

Отдельные цветки маргаритки расположены спиралевидно.





Момордика располагает свои многочисленные семена в оболочке под высоким давлением. Когда она раскрывается, семена выскакивают.



Семена ворсянки расположены в «коробочке».

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УПАКОВКИ

Природа имеет в запасе немало способов экономного расположения семян или цветков в одной оболочке. Тем самым она заботится о размножении. Чем больше семян поместилось, тем выше вероятность распространения и сохранения вида.



Пакеты для молока и сока в форме тетраэдра. Идея не оправдала себя из-за формы, не экономящей пространство.

Молочный пакет — идеальная форма упаковки? Упаковочная промышленность часто пыталась подражать природе. Результатом ее попыток стали пакеты для молока и соков в форме тетраэдра, тела, состоящего из четырех равносторонних треугольников.

Эта идея была верной, так как такие пакеты можно было сложить, не оставляя никакого места между ними, то есть экономя пространство. Несмотря на это, данная система не оправдала себя. Она требует шестиугольного контейнера для пакетов, а техника упаковки работает с квадратными или прямоугольными очертаниями. Например, с четырехугольными ящиками. Если туда положить шестиугольник, то по краям останется много свободного места. Неэкономное использование пространства всегда означает лишний расход денег. Если, например, такие ящики сложить в грузовик, то неэффективное использование места повлечет за собой дополнительные расходы. ■



Плод с плоскими семенами.



Дурман располагает свои большие воронкообразные цветы, тщательно свернув их.

Чудеса упаковки. Даже то, как плоские семена располагаются в специальных капсулах, ориентировано на экономию пространства. Каждый стручок гороха демонстрирует нам это. Особенно примечательны в этом отношении плоды касатика. Они располагаются в трех ячейках. В каждой из них находится два ряда плоских семян, плотно прижатых друг к другу. ■



Семена желтого касатика в оболочке расположены плотно друг к другу.

УПАКОВКА И РЕКЛАМА

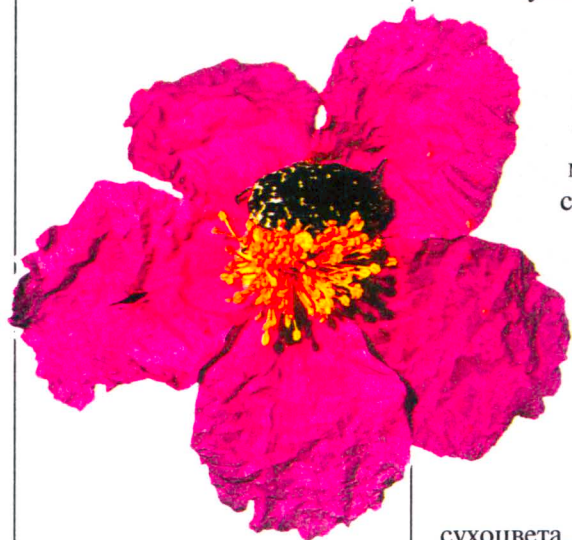
Рекламы в природе не существует? Это не так. Биологические упаковки всегда являются носителями рекламы.

Упаковка как приманка. Чтобы привлечь внимание к семенам, природа часто использует упаковку. На многочисленных кустарниках висят ягоды, в которых находятся семена. Для того чтобы потом они могли взойти, их должны съесть птицы. Важно, чтобы птицы обратили внимание на ягоды, поэтому те зачастую ярко окрашены — это привлекает птиц. Точно так, как природа, поступает со своим упаковочным материалом промышленность. Большинство покупателей скорее купят конфеты в прекрасно оформленной коробке, чем те, которые лежат на полке в неброских коробках. Итак, реклама, как в природе, так и в экономике, обеспечивает распространение продукта. ■

Яркие листья. У некоторых растений, как, например, у сухоцвета, незаметные цветы окружены красиво окрашенными листьями, которые привлекают насекомых. ■

Лепестки цветов — большие рекламные щиты. Чем больше поверхность, тем сильнее она бросается в глаза. Некоторые растения имеют очень большие лепестки цветов, которые привлекают внимание насекомых. Эти большие лепестки также являются отличными посадочными площадками для насекомых. ■

Блестящие плоды. Блеск поверхности — это еще один признак, который чрезвычайно притягателен для людей, животных и птиц. При производстве украшений исходят именно из этого. ■



Большие лепестки цветов ладанника через некоторое время после того, как они распустились, выглядят смятыми. Они привлекают жуков-восковиков.



Яркие листья сухоцвета.

Блеск поверхности заставляет обратить внимание на красавку.





Перед красными плодами птицы не могут устоять.

Красный цвет — хорошее средство, чтобы привлечь внимание. Люди тоже учитывают эту особенность: на щитах для автодорожных знаков часто используется красный цвет. С его помощью они предупреждают об опасности. Красный цвет притягивает птиц. Поэтому ягоды и семена, которые распространяются птицами, красного цвета. ■

Притяжение ароматов. Привлекать могут не только цвет и форма, но и запахи. Это хорошо известно парфюмерии. Людям запах аронника кажется отталкивающим. Отвечает за этот запах ароматическая головка. Этот запах магически притягивает маленьких мух. Аронник некоторое время удерживает их, так что они могут опылить цветок. ■

Броские пятна на цветке. Как только насекомые подлетают к цветку, пятна на нем указывают им дорогу к источнику нектара и тычинкам, то же самое происходит с неуверенным покупателем, которого заставляет войти в магазин умело оформленная витрина. Пчелы видят ультрафиолетовое излучение, которое мы не воспринимаем, пятна на цветах хорошо отражают его и таким образом притягивают насекомых. ■



Цветок орхидеи отражает ультрафиолетовые лучи.

Стратегии рекламы. Чтобы упаковка продуктов бросалась в глаза, используются многочисленные приемы. Коробочка корма для кошек с фотографией на ней притягивает особое внимание контрастными цветами — красным и синим. Изображение котенка особенно импонирует человеку. Позолоченный край создает впечатление чего-то дорогого, поэтому покупатель чувствует, что он берет для своей кошки хороший товар. В некоторых продуктах к этому прибавляется приятный запах, которого покупатель не замечает. Новизна всегда воспринимается положительно. И в последнюю очередь покупатель обращает внимание на информацию, что питание изготовлено из мяса крупного рогатого скота и дичи. ■



Цветок аронника в разрезе: мух привлекает запах падали, неприятный для человека.

САМООЧИЩАЮЩИЕСЯ ПОВЕРХНОСТИ

С помощью простых и эффективных приемов растения и животные очищают себя. Техника пользуется этими изобретениями природы.

Микроструктуры листа лотоса под электронным микроскопом.



Благодаря своим свойствам самоочистки цветок лотоса стал в буддизме символом чистоты.



Эффект лотоса. Индийский лотос растет в тинистой воде. Однако он остается очень чистым. Грязь, которая попадает на листья цветка, не задерживается на них. Небольшого количества воды достаточно, чтобы

эта грязь могла стечь. Этот процесс называют самоочисткой и говорят об «эффекте лотоса».

Как лотос поддерживает чистоту? Если рассмотреть лепесток под микроскопом, то на его поверхности будут заметны чрезвычайно маленькие узелочки. На одном миллиметре их минимум 20. Они состоят из растительного воска, который отделяется от листа. Эти узелки препятствуют тому, чтобы частицы грязи и воды приходили в

соприкосновение с поверхностью листа. Таким образом, они загрязняют только узелки. Если на лепесток падает капля воды, то она катится от узелка к узелку и собирает частицы грязи. Так лист очищается. При опытах даже клейкое вещество не задерживалось на листьях лотоса. ■

Поверхности, отталкивающие грязь. Человек, открывший эффект лотоса, — Вильгельм Бартлотт — искал возможность перенести эту природную форму самоочистки на технические поверхности. Так, например, он нанес на поверхность ложки из искусственного материала микроструктуру по образцу листа лотоса. Мед не остается на этой ложке, а стекает каплями, как растительное масло. Достаточно лишь на короткое время опустить ложку в прозрачную воду, и она тотчас же становится чистой!

В промышленности была, например, разработана краска, которая при высыхании образует маленькие бугорочки. Они возникают из мельчайших частиц, которые добавляются в краску. Так при нанесении краски создается водоотталкивающая поверхность из микроструктур. Как у листа лотоса, они препятствуют соприкосновению воды, пыли и грязи с окрашенной поверхностью; ни вода, ни пыль, ни грязь на такой поверхности не задерживаются. Вода стекает каплями, увлекая за собой частицы грязи. Поверхность остается сухой и чистой. ■



Эффекты самоочистки. Учеными и инженерами были разработаны самоочищающиеся поверхности: черепица, стекла окон, керамика. Например, умывальник, ванна, лак для дерева и автолак, которые действуют по принципу лотоса. Кроме того, в наши дни создается грязеотталкивающий текстиль. Все эти самоочищающиеся поверхности из микроструктур позволяют экономить время, энергию, воду и моющие средства. Например, автомобиль с таким покрытием не нужно часто мыть, так как дождь и роса смогут очистить его от грязи. Самоочищающиеся поверхности имеются и в животном мире. Когда навозный жук, например, выбирается из коровьего навоза, оказывается совершенно чистым. Большие южноевропейские осы сколии закапываются на 0,5 м в песок, в землю или в навозную кучу, чтобы найти личинок жуков-носорогов, на которых они откладывают свои яйца. Когда они выбираются наружу, они остаются чистыми. Подобное наблюдается и у жуков, живущих в воде. Эти жуки часто водятся в тине и в грязи на дне. Когда они поднимаются из воды, грязь стекает с их гладких надкрылий. Исследования показали, что поверхность их надкрылий и крылья других жуков сходны между собой. При самоочистке у этих жуков к хорошо известным добавляются также неизученные эффекты. Когда они будут исследованы, вполне вероятно, станет возможным их использование в технике. ■

Благодаря особому покрытию мед стекает с ложки.

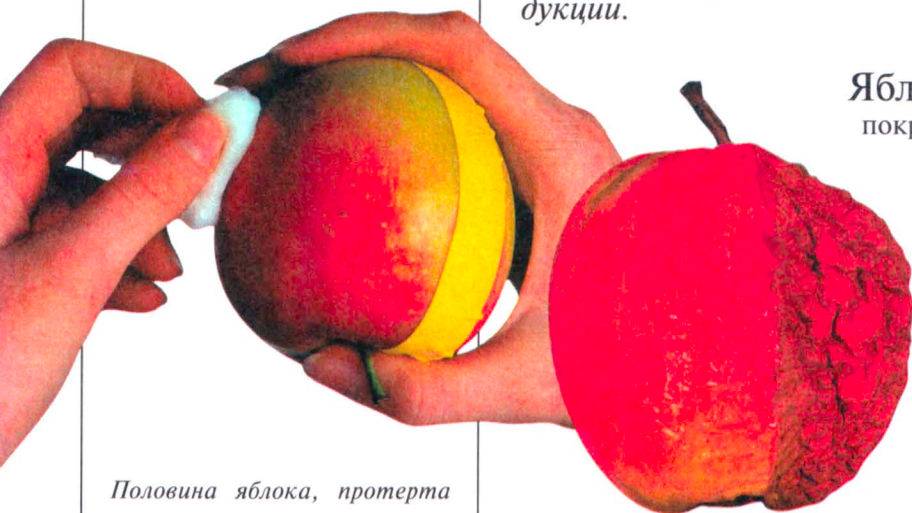


Муха только стряхивает пыль с глаз. И вот она уже чистая.

Оса сколия выползает из кучи навоза.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОСКА

Защитный воск делает кожуру яблока красивой и гладкой. Косметическая промышленность заимствовала это для своей продукции.



Половина яблока, протерта ватным тампоном, пропитанным алкоголем. Уже через несколько дней результат очевиден. Протертая половина морщится и портится.

Яблочный воск. Свежие яблоки обычно покрыты блестящей гладкой кожурой. Защиту этой кожуры обеспечивает яблочный воск. Это легко установить с помощью небольшого опыта. Для этого необходимо обтереть яблоко ватным тампоном, смоченным алкоголем. Через несколько дней обработанная сторона яблока сморщится, а мякоть станет рыхлой. Необработанная сторона яблока портится намного медленнее, т.к. слой воска не дает яблоку морщиться. Он обеспечивает также и то, чтобы плод не был поврежден вредными веществами, например спорами грибов. ■

Уход за волосами и кожей. Ученые-косметологи научились выделять воск кожуры из отходов яблок, оставшихся после их отжимки при изготовлении яблочного сока. Выделенный и очищенный воск можно примешивать, например, к средствам по уходу за волосами. Каждый волос окружается чрезвычайно тонким слоем воска, благодаря чему снижается опасность высыхания и контакта с вредными веществами. С помощью естественного средства волос получает защиту и сохраняется. Это натуральное вещество можно добавлять и в средства по уходу за кожей рук. Когда его втирают в кожу, оно надежно препятствует потере влаги. Кроме

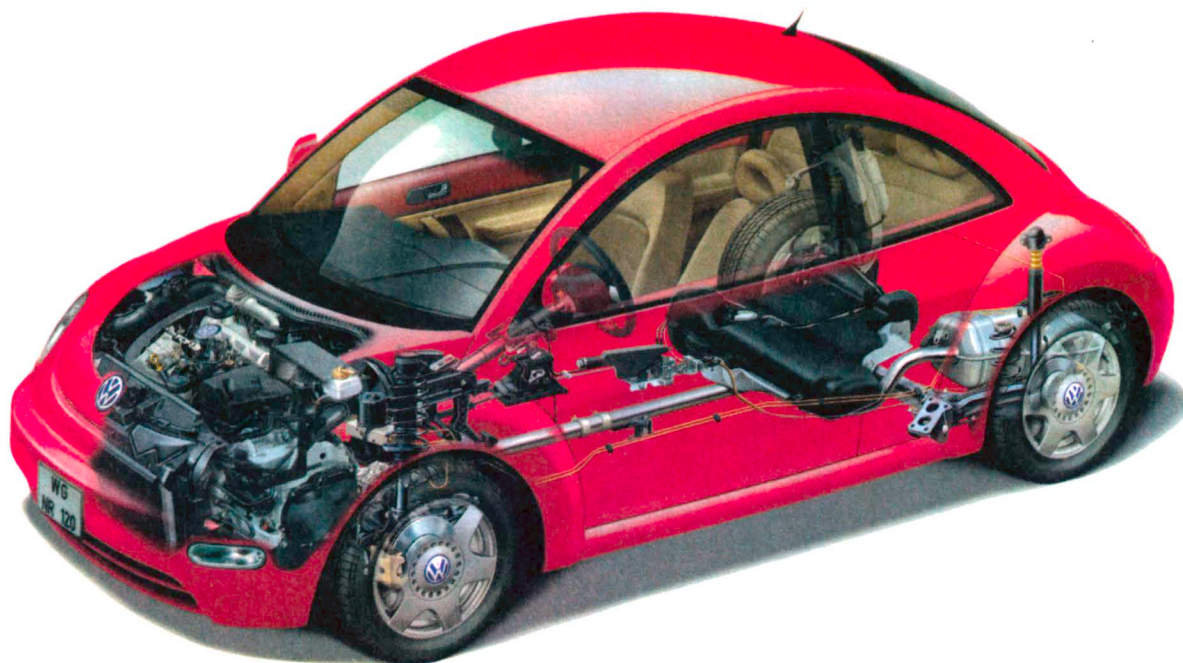
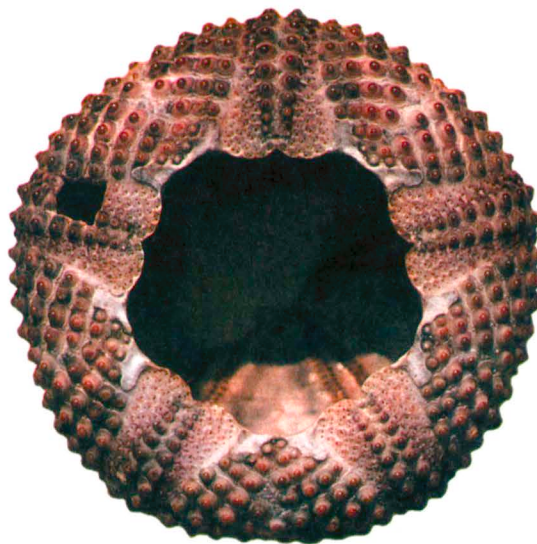
того, оно снижает возможность повреждений кожи, например при контакте с разъедающими химическими средствами. При этом оно не препятствует газообмену. Использование таких естественных веществ открывает перед косметической промышленностью большие перспективы. В настоящее время промышленность интенсивно исследует растительный мир, изучая вещества, которые могут быть использованы в косметологии. ■



Эта увеличенная модель волоса показывает его чешуйчатую структуру. Яблочный воск окружает волос, защищая его.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Основным источником энергии
в животном мире является Солнце.
Солнце дает жизнь всему живому.
Материалы, которые используют
растения, насекомые и животные,
удивительно разнообразны.
Инженеры и ученые постоянно
обращаются к неисчерпаемой
сокровищнице природы*



ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

С помощью солнечного света растения образуют вещество, обогащенное энергией. Человек также может использовать этот принцип.

Фотосинтез. При фотосинтезе растения в течение всего дня с помощью солнечной энергии создают из воды и углекислого газа обогащенное энергией вещество, а именно глюкозу и кислород. Фотосинтез происходит в листьях растений. Солнечный свет поглощается хлорофиллом: его энергия употребляется для создания глюкозы. В то время как углекислый газ проникает через отверстия на нижней стороне листьев, вода поступает через корни. Солнечная энергия дает ход целой цепочке химических реакций. Вода расщепляется на водород и кислород. Водород соединяется с углеродом, образуя из углекислого газа глюкозу. Глюкоза дает энергию для роста растений. Во время фотосинтеза растение вырабатывает кислород, который отдает воздуху. Этот процесс можно представить в виде уравнения:

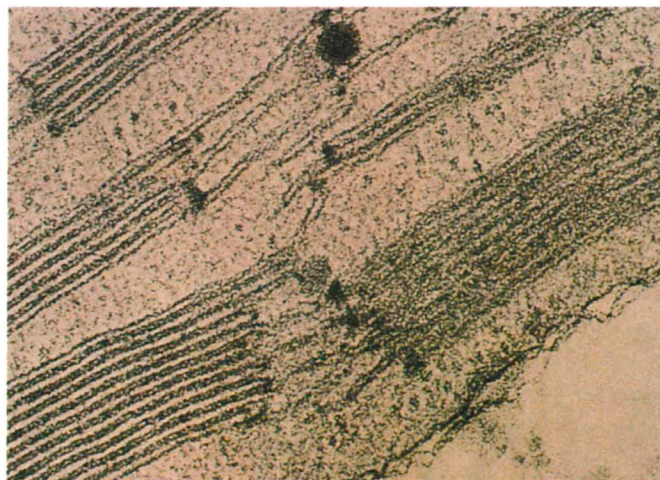
углекислый газ + вода + солнечная энергия → глюкоза + кислород ■

Растительные солнечные фабрики. Лист растения — это сахарная фабрика, приводимая в действие солнцем.

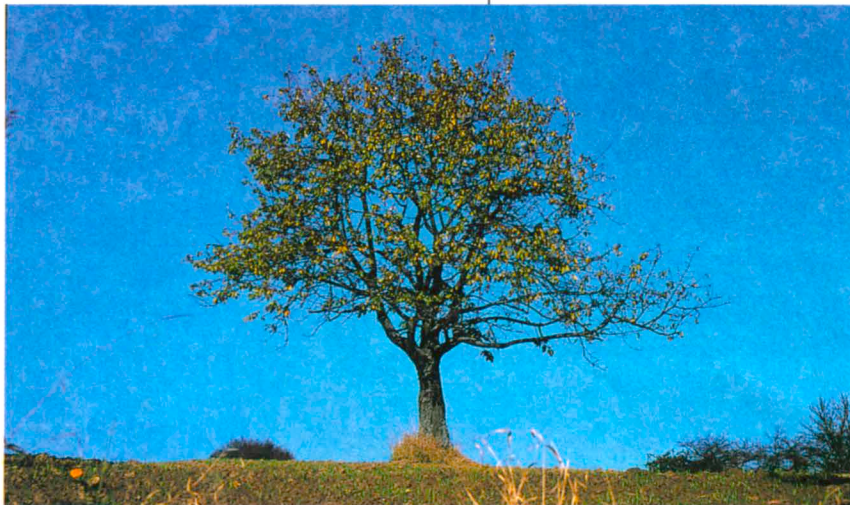
Если рассмотреть разрез зеленого листа под микроскопом, то можно увидеть его клеточное строение. Клетки скрывают множество зеленых ядрышек листа, которые содержат красящее вещество — хлорофилл. Если разделить зеленое ядрышко листа на тончайшие срезы и рассмотреть их под электронным микроскопом, то можно увидеть расположенные друг над другом мембраны, где происходит фотосинтез, который проходит в две степени. ■

Химическая формула глюкозы: 6 атомов углерода (C), 12 атомов водорода (H), 6 атомов кислорода (O) образуют глюкозу.

Мембраны в зеленом ядрышке листа расположены штабелеобразно друг над другом.

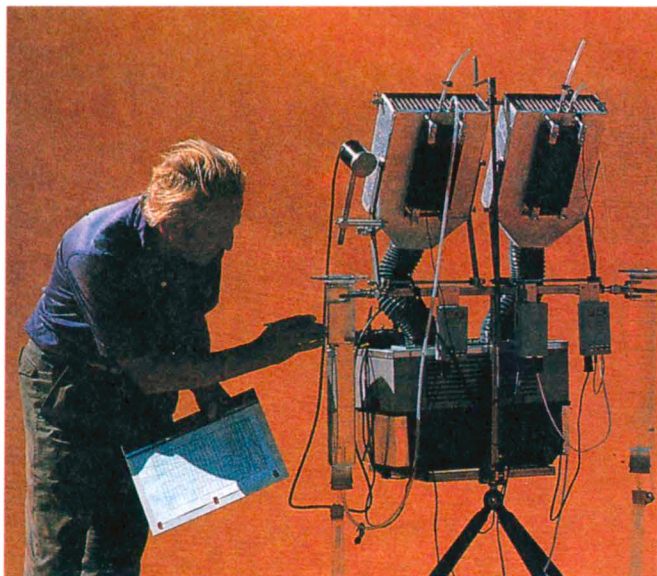


Источник жизни — солнечная энергия. Травоядные животные, например мыши, питаются растительной пищей. Тем самым они используют часть солнечной энергии, полученной растением для процессов жизнедеятельности. Хищники питаются животными. Кошка, к примеру, ест полевых мышей. Благодаря съеденным веществам и полученной при этом энергии она живет и растет. Техника пока еще не знает материала, который может расти и увеличиваться. ■



Производство водорода. В первую очередь с помощью солнечной энергии вода расщепляется на водород и кислород, который поступает в воздух. Затем из воздуха забирается углекислый газ. Потом углекислый газ и водород соединяются в молекулы глюкозы. Уже в первой фазе фотосинтеза, когда производится углерод, мы можем заимствовать идеи для техники. Углерод — это носитель энергии, безопасный для окружающей среды. Существует немало возможностей его применения. ■

«Биореакторы». К зеленым растениям относятся также многочисленные одноклеточные водоросли. Они точно также могут образовывать сахарные субстанции, за счет которых могут существовать другие микроорганизмы, как, например, пурпурные бактерии. Вмешательство техники позволяет высвобождать водород. Водоросли и пурпурные бактерии совместно работают в двойных «биореакторах». При этом зеленые водоросли производят сахар, а пурпурные бактерии перерабатывают его в водород и другие продукты обмена веществ. Водород можно использовать в качестве носителя энергии. Идея проверена в Сахаре, где, как известно, достаточно солнца. Для преобразования солнечной энергии можно стро-



ить большие «фермы». Конечно, это дело будущего, однако этот метод получения энергии чрезвычайно перспективен. ■

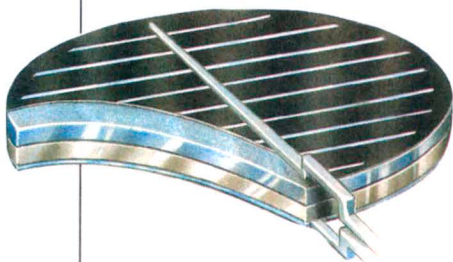
В дюнах Сахары проводится необычный эксперимент: в двойном биореакторе Инго Рехенберг выращивают пурпурные бактерии и зеленые водоросли, чтобы получить водород.

Большой бук — не что иное, как природная солнечная электростанция. Из корней по тончайшим проводящим сосудам постоянно течет поток воды вверх к листьям. Через щелеобразные отверстия листья воспринимают воздух, а зеленые клетки в листьях производят из воды и углекислого газа глюкозу. Кислород через эти же мельчайшие щелеобразные отверстия опять поступает в атмосферу. Человеку и животным он нужен для дыхания. Что происходит с глюкозой? Она растворяется в воде и течет по тончайшим сосудам внутри дерева вниз к корням, где в преобразованной форме накапливается. Все происходит как в высотном здании, в котором лифты постоянно едут вверх и вниз от крыши до подвала и обратно. ■

ЭНЕРГИЯ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

Новые источники энергии в будущем обеспечат необходимой энергией весь мир. К таким источникам энергии наряду с солнцем и ветром относится водород.

Электричество из солнечного света. Солнечные электростанции преобразуют солнечную энергию непосредственно в электрический ток. Солнечный элемент состоит из двух тонких слоев полупроводника, например из кремния. Полупроводники — это материалы, проводимость которых растет с повышением температуры. Один полупроводниковый слой обработан так, что электронов (отрицательно заряженных частиц) в нем больше, чем нужно. Заряд этой стороны отрицательный. В другом же слое электронов недостает. Эта сторона имеет положительный заряд. Когда солнечный свет попадает на элемент, заряды получают импульс к выравниванию. Избыточные электроны перемещаются от отрицательного слоя к положительному. Благодаря потоку электронов получают ток с напряжением приблизительно от 0,5 до 1 В. Солнечные элементы соединяются в модули, а они, в свою очередь, в солнечные батареи большой площади, чтобы получить более высокое напряжение. ■



Солнечный элемент состоит из трех слоев: отрицательного кремневого слоя, переходного слоя, положительного кремневого слоя. Чтобы получить много света, солнечные элементы электростанций всегда направлены на юг к солнцу.

Солнечная энергия в повседневной жизни. Спутники и космические станции сами производят ток, необходимый для их работы, с помощью солнечных элементов электростанций. Для этого у них имеются большие «солнечный паруса» с тысячами солнечных элементов. В повседневной жизни солнечные элементы служат источником тока для осветительных приборов, портативных калькуляторов, часов или автоматов на парковке. С помощью солнечных элементов на крыше дома может вырабатываться ток, используемый, например, для снабжения горячей водой или для работы бытовых приборов, применяемых в домашнем хозяйстве. Исследователи пытаются создать автомашины, работающие на солнечной энергии. ■



Водород — ЧУДО БУДУЩЕГО

Что бы было, если бы при процессе фотосинтеза у растений водород не соединился бы с цепочкой углерода, а был бы спрессован и поднят в стальных цилиндрах? При этом мы можем изучить начало процесса синтеза у растений. Растение использует зеленый пигмент листа хлорофилл, чтобы уловить солнечный свет и получить энергию будущего. Для этой цели необходимо разработать подходящие химические вещества, которые менее восприимчивы и не так быстро разрушаются, как хлорофилл. Человек может использовать подобные процессы в своих целях.

Носитель энергии — водород. Человек еще не в состоянии производить водород по методу зеленого листа. Но это было бы самое важное достижение бионики, которое только можно себе представить. Вероятно, этого можно будет достичь за 15–20 лет. Тогда мы могли бы отказаться от ядерных электростанций и нам не нужно было бы сжигать ископаемое горючее — уголь, нефть, газ. Оно весьма дорого, и его запасы не безграничны. Разумнее было бы применять уголь и нефть как базу для производства искусственных материалов, вместо того, чтобы сжигать их на теплоэлектростанциях или преобразовывать в электрическую энергию. Но получение водорода все еще связано с высокими затратами, так как на расщепление воды надо затратить много электрической энергии. Солнце могло бы дать бесплатную энергию! Оно ежедневно посылает на Землю столько энергии, сколько во всем мире потребляется в год. ■

Получение водорода посредством солнечной энергии. Уже имеются конкретные исследовательские проекты, в которых по всему миру разыскиваются подходящие места для получения водорода на гелиотермических электростанциях. Это должны быть регионы с высокой солнечной инсоляцией, позволяющей получить необходимое количество энергии.

Как должна работать такая электростанция? В настоящее время были протестированы так называемые термомасла, которые воспринимают и накапливают солнечное тепло. Они могут дать большое количество энергии при фокусировании силы солнца. Посредством систем обмена они вырабатывают пар, который, в свою очередь, вращает турбины для получения электрического тока. С помощью электричества, полученного таким способом, можно будет разложить воду на ее составные части и получить водород. ■

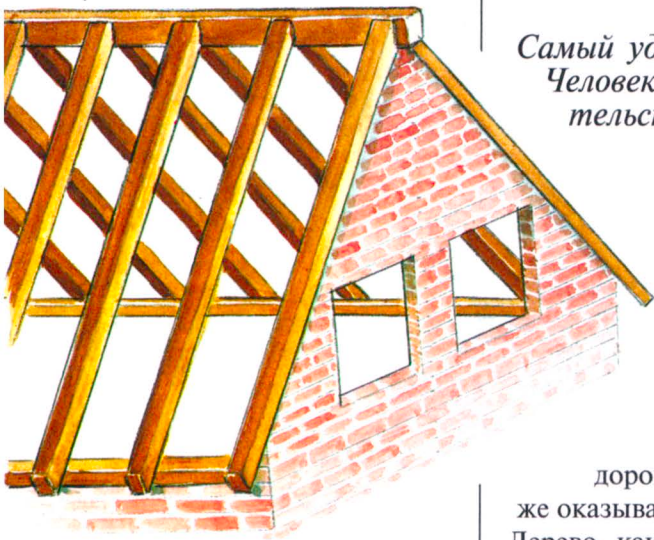
С помощью силы воды, энергии ветра и солнца можно получать тепло и электричество способом, безвредным для окружающей среды. Электричество может накапливаться и храниться в виде водорода. Горючие элементы могут превращать энергию водорода в электрический ток и тепло. Применение водорода уже опробовано. Множество автобусов городского транспорта г. Заарбрюккена (Германия) ездят на водороде, который хранится на крыше автобуса в стальном цилиндре. Мотор работает на синтезированном водороде так же хорошо, как на бензине. Преимущество водорода состоит в том, что в процессе работы не образуется вредных выхлопных газов (если водород, сжимаемый в моторе, соединяется с кислородом, то получается вода). (Формула: водород + кислород → вода). В наши дни, как в автомобильной промышленности, так и в отопительном хозяйстве разрабатываются горючие элементы, с помощью которых из водорода и кислорода получают электрический ток и тепло. ■

На крыше автобуса находятся стальные цилиндры с водородом.



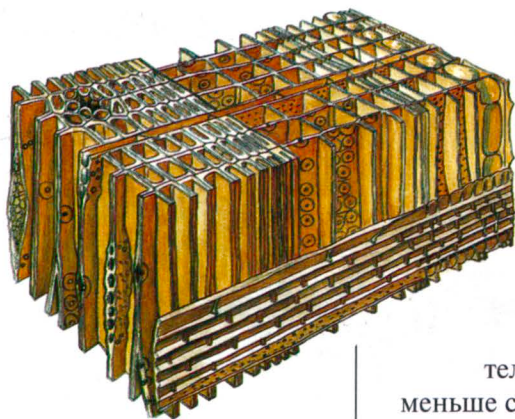
ТРАДИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ — ДЕРЕВО

Самый удивительный строительный материал — это дерево. Человек на протяжении многих веков использует в строительстве древесину.



Дерево — традиционный строительный материал.

После того как клетка разделилась, дерево строит из соединенных друг с другом целлюлозных волокон стенку клетки, которую впоследствии все более утолщает и укрепляет. Из множества таких стенок клетки возникает древесина.



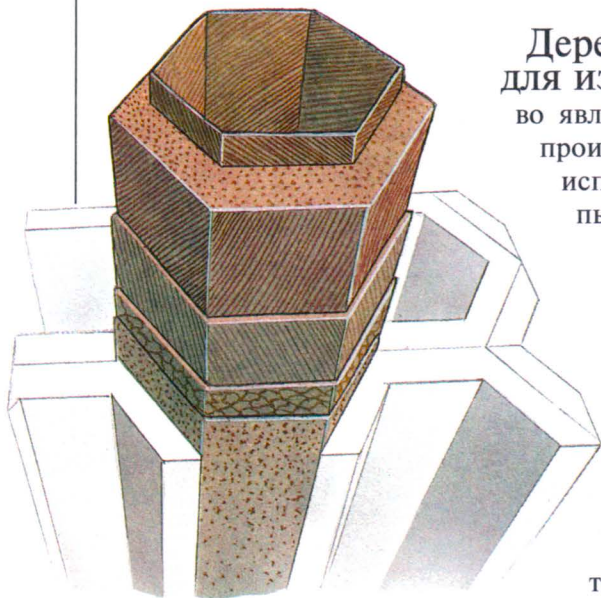
Дерево — естественный материал. Со времен каменного люди разносторонне использовали природный материал — дерево. Деревянные балки могут служить для различных целей. Они лишь в незначительной степени выдерживают растяжку, зато легко выдерживают давление. Даже при некотором сгибе они не ломаются. До сих пор основа крыш делается из дерева. Изготавливать остов крыши из алюминия или раскосы из бетона невыгодно. Такие материалы дороги, тяжелы, сложны в изготовлении и не так прочны. Дерево же оказывается для этого самым подходящим материалом.

Дерево, как любая растительная ткань, построено из отдельных клеток. Они имеют довольно толстые стенки из целлюлозных волокон. Целлюлозу растение изготавливает из продуктов фотосинтеза, элементов глюкозы. Таким образом в дереве хранится часть солнечной энергии, когда-то воспринятой листьями. К стенкам клетки такие волокна целлюлозы приклеиваются веществом, похожим на клей. Оно называется лигнин. В этом сходство натурального материала дерева и технического материала железобетона. В железобетоне применяется прочная арматура из металлических стержней или металлической проволоки, которая заливается цементом. В природе — прочные целлюлозные волокна, которые клеены лигнином. Оба материала — многокомпонентные. Ученые изучили древесину, чтобы понять, как можно наиболее экономично изготовить искусственные многокомпонентные материалы.

У древесины есть недостаток: она не везде однородна, гомогенна. Годичные кольца делят дерево на слои, различные по толщине, вертикально к которым проходят стержневые лучи. Это осложняет использование древесины. Техника имеет возможность создать более совершенный материал. Бетонные и стальные носители более однородны и имеют меньше слабых мест. ■



Кто хочет знать, какова целлюлоза на ощупь, тот должен взять в руки ватную палочку. Ее головка состоит практически из чистых целлюлозных волокон.



Вытянутая в длину древесная клетка с различным рисунком расположения волокон могла бы стать образцом для технических материалов.

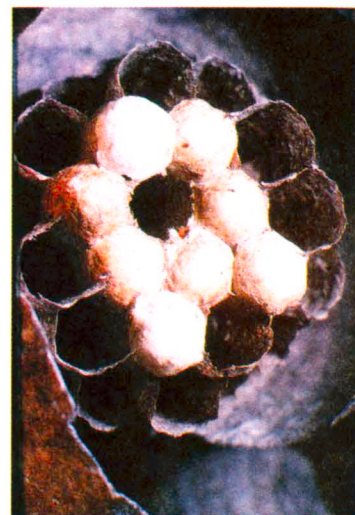
Они пропитаны особым веществом и поэтому водонепроницаемы. Когда идет дождь вода, стекает с них. ■

Бумажные многофункциональные системы. Большие по размеру осы, образующие колонии, строят гнезда как многокомпонентную систему, которая выполняет разные функции. Осы применяют материал, напоминающий бумагу, но используют при этом наполненные воздухом полые пространства. Все это сооружение действует и как термоизолятор. Так с помощью одного материала природа достигает разных целей. ■

Это бумажное гнездо на карнизе имеет размер почти с футбольный мяч.

Дерево — основной материал для изготовления бумаги. Дерево является основным материалом для производства бумаги. В природе тоже используется бумага, или, точнее, папье-маше.

Как пчелы строят свои шестиугольные соты из воска, так осы строят свои соты из бумажной субстанции. Шестиугольная конструкция экономит пространство (на ладони можно разместить более чем 100 сот для личинок или для запасов меда). Осы соскабливают челюстями сухое дерево, значительно увеличивают его объем слюной и наклеивают волокнистую субстанцию слоями. Так строятся бумажные соты. Полевые осы строят свои гнезда из одного или нескольких свободно висящих сот. Некоторые виды ос живущие под крышами домов, оборачивают свои соты колоколообразными бумажными образованиями.



Эти соты одного из видов ос состоят из строительного материала — бумаги.



ИЗВЕСТКОВЫЕ СОЛИ

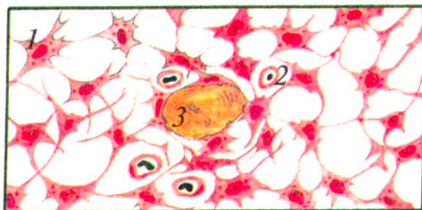
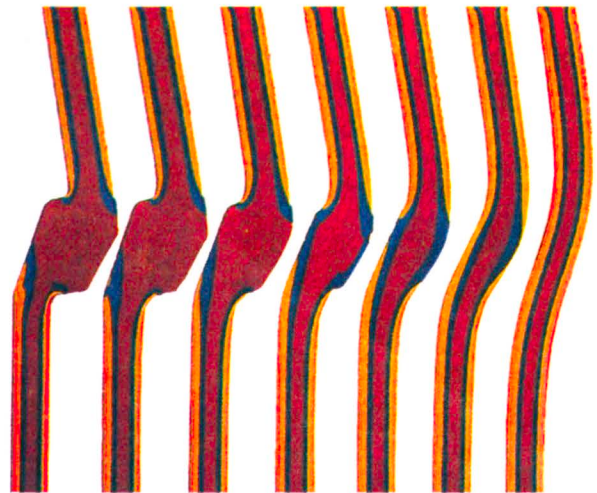
Человеческое тело располагает совершенной системой для лечения костных переломов. Техника работает над тем, чтобы заимствовать эту систему для своих целей.

Клетки для транспортировки материала. Тот, кто сломал ногу, должен набраться терпения. Необходимо наложить на перелом гипсовую повязку, и через некоторое время кость срастется. Через несколько недель после перелома гипс снимают, но сломанной кости еще нельзя давать сильную нагрузку. После перелома образуется так называемая костная мозоль, и кость постепенно начинает крепнуть. Через полгода кость полностью вылечена. Итак, костный материал может сам себя «ремонтировать». Он состоит частично из твердых, частично из эластичных элементов, которые прекрасно соединяются. Значительную роль при этом играют клетки, которые могут переносить известковые соли. Они несут их туда, где кость достаточно тонкая. Другие клетки могут забирать эти соли там, где кость очень толстая. Таким образом, через несколько недель после перелома кость возвращает себе нормальную форму. За этими процессами можно проследить с помощью компьютера. ■

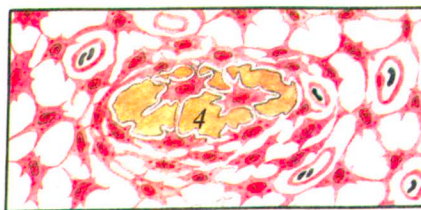


Костная мозоль образуется вокруг сломанного места.

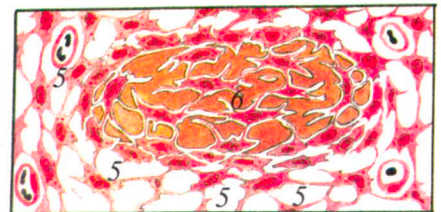
Компьютерное изображение лечения кости: сломанная кость бедра, которую перевязывают в месте перелома, срастается, приобретая начальное состояние.



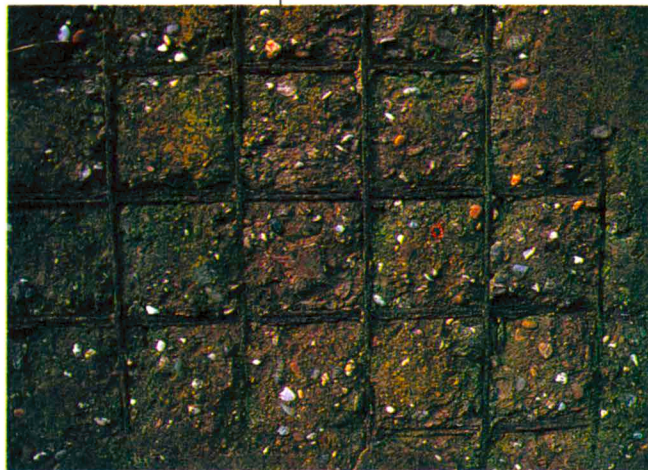
Прямое костное образование
1. Клетки в виде петель (1) преобразуются в костное образование (2), далее



образуется жила из соединительных тканей (3), которая расширяется и становится зачатком кости (4). В него



встраиваются костные образования (5), откладывая вокруг себя костный материал (6) — так образуется в кость.



Самолечение костей. Природа может лечить себя сама. Кости при сгибании создают распределение электрических зарядов, которое ведет к скоплению электрических зарядов на внутренней стороне сгиба. Они заставляют костные клетки отдавать известковые соли. Благодаря этому кость становится способной к сопротивлению при давлении, сгибе и вращении. ■

Самолечение в технике? Может ли техника использовать этот принцип? Техника не имеет живых клеток, которые производят известковые соли, но сам принцип может быть заимствован.

Железобетонные мосты, например, иногда ржавеют изнутри, так как дождь и снег проникают через тонкие трещины, и опорный стальной скелет начинает ржаветь. Здесь можно было бы использовать природный принцип самолечения: если к ржавеющему защитному покрытию моста прикладывают отрицательное напряжение и заставляют через щели проникать растворенные в воде положительно заряженные ионы кальция, то положительно заряженные частицы будут перемещаться к отрицательному полюсу и там оседать. Так можно было бы закрыть щели, и мост не стал бы ржаветь. Подобные идеи уже претворяются в жизнь в опытах со шпунтовыми сваями. Техническую оценку им можно будет дать через некоторое время. ■

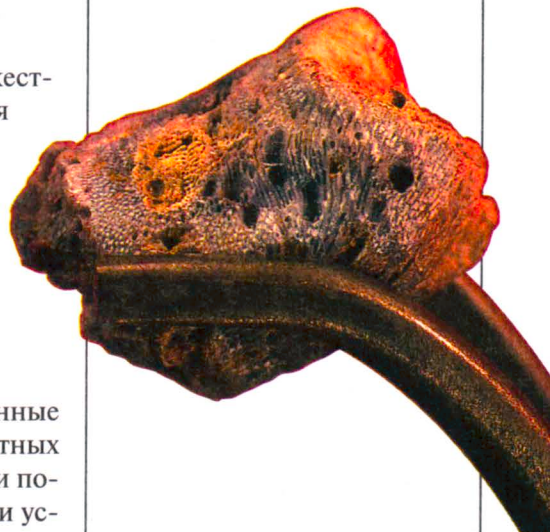
Сбор известковых солей. Морская вода содержит множество растворенных известковых солей. Если их осаждают, прикладывая электрическое напряжение к металлической проводке в виде петли, то петли покрываются известью. Таким образом, например, можно создать искусственные рифы для морских обитателей. Если бы петлеобразной проволоке придали форму челнока, то через некоторое время можно было бы в качестве «урожая» получить целую лодку. Необходимое электрическое напряжение можно получать без вреда для окружающей среды с помощью ветряной установки.

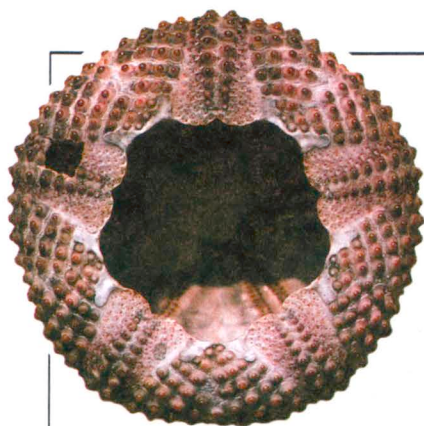
Извлеченные из пористых кораллов, вычищенные, стерилизованные известковые элементы можно использовать в лечении сложных костных переломов. Растущая кость использует их как шину: вырастает в поры и постепенно заменяет известковую субстанцию. Так можно поддержать и ускорить лечение сложного перелома. ■

Металлическая решетка в море покрывается известью.

Защита железобетона от непогоды.

Этот кусок известняка вынут из коралла.





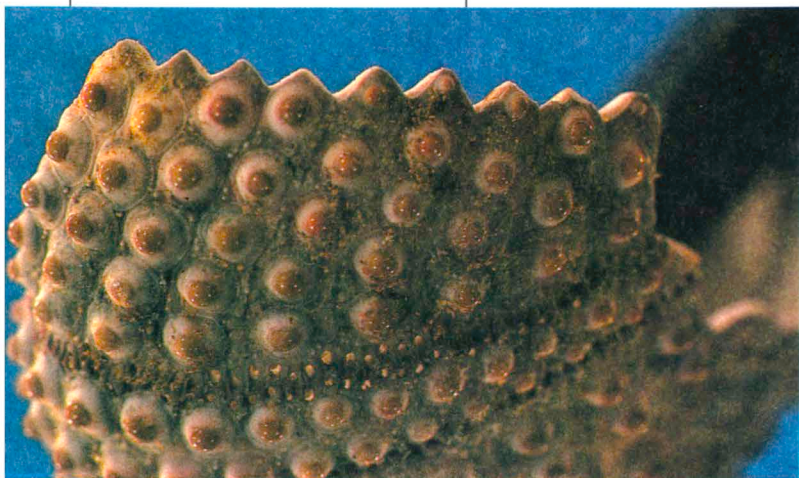
Известняк — относительно легкий материал. Но, несмотря на это, он используется для строительства прочных панцирей, как эта скорлупа морского ежа. Твердый известковый панцирь защищает внутренности морского ежа. По форме панцири могут быть различными: полукруглые, сердцевидные или в виде шайбы.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ — ИЗВЕСТЬ

Морские ежи — мастера в использовании извести. Они создают из этого многофункционального материала очень многое, например свои панцири и зубы.

Надежный известковый панцирь. На берегу моря часто находят прибитые к берегу панцири морских ежей. Если с усилием надавить на них пальцами, то они распадутся на шестиугольные пластинки. Рассмотрев их края, можно заметить, что они относительно толстые. Пластинки скреплены в чрезвычайно прочный панцирь. ■

Зубной аппарат и зубы. Морской еж имеет в области рта сложный аппарат, который управляет пятью зубами. С давних времен его называют «фонарь Аристотеля». Своими твердыми зубами морские ежи могут скоблить и растирать. При этом зубы полностью состоят из извести. Как получается, что у морского ежа прочный, но относительно мягкий панцирь и очень твердые зубы состоят из одного и того же материала?



Край разлома панциря имеет зубцы.



Характерный признак «фонаря Аристотеля» — пять зубов.

Дело в том, что отдельные молекулы известкового материала выступают в различной последовательности. В зависимости от их последовательности и в некоторой степени в зависимости от содержания других веществ может создаваться губкообразный легкий известковый слой или пластинчатый твердый слой (как у зубов).

Этот факт, представляющий интерес для техники, в настоящее время широко исследуется. ■



Два зуба морского ежа.

ХИТИН — СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ НАСЕКОМЫХ

Насекомые, пауки и раки создают свои панцири из хитина. Это природное вещество может оказаться полезным и для человека.

Множество функций. Хитин — это многофункциональный материал, который можно использовать для различных целей, изменяя его соответствующим образом. В остоу из хитиновых молекул могут, например, входить другие вещества, делающие хитин более твердым. Именно это можно наблюдать у жал пчел и ос, которые, не сгибаясь и не ломаясь, должны проникать в ткани или у тонких, но твердых частей сочленений крыльев мух и пчел, выдерживающих большую нагрузку.

Применяемый в других последовательностях, хитин может быть очень мягким. Это используют, например, членистоногие — в суставной коже между пластинами или трубками панциря из хитина. Только благодаря этому пластины могут сдвигаться, при этом вредные ве-

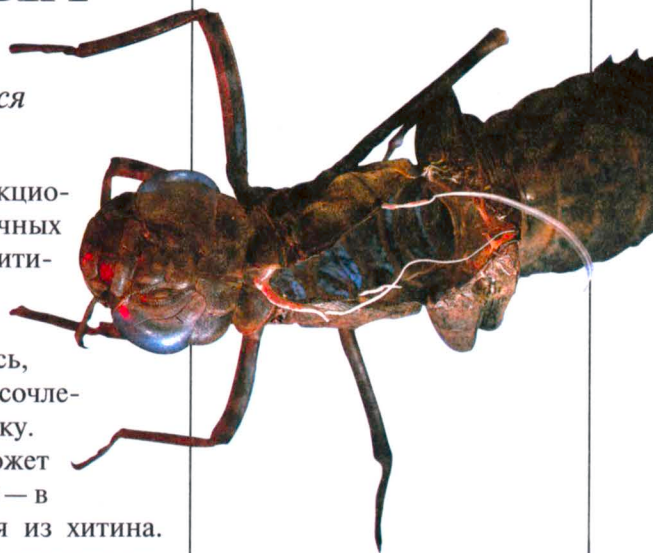
щества не проникают в тело насекомого между отдельными пластинами.

И, наконец, в хитин может примешиваться известковый материал, благодаря чему панцирю придается жесткость. Ракообразный использует эту возможность, чтобы защититься от врагов. ■

Материал будущего.

Хитин — это нарастающий материал. Его можно получить, кроме всего прочего, из панцирей крабов Северного моря и потом облагородить с помощью различных химических процессов. Хитин может стать важным материалом будущего,

причем он будет иметь множество отраслей применения. Особенно большое значение этому материалу придается в медицине и в фармацевтике, так как человеческое тело не воспринимает хитин как инородное тело и поэтому не отторгает его. С помощью наложения хитина можно, например, значительно усовершенствовать лечение ожогов. ■



Пластины панциря рака соединены мягкой суставной оболочкой.



Оболочка личинки большой стрекозы только что сошла. Из хитина построены даже роговица глаз и длинные белые трубки трахей, которые сходят при линьке.

Панцирь рака состоит из хитина, но задачи отдельных частей различны. Твердые пластины панциря укрепляются известняком. Они обеспечивают укрытие и защиту. Находящиеся между ними тонкие и мягкие суставные оболочки позволяют сохранить подвижность.



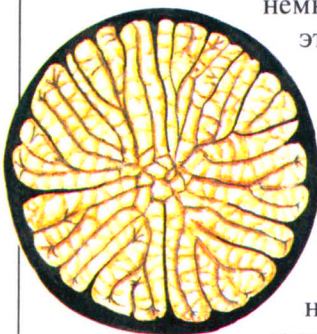
ЛЕГКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Природа расходует свои материалы очень экономно. Для того чтобы тратить как можно меньше материала, природа использует воздух.



Каждая иголка дикобраза имеет пенообразную структуру.

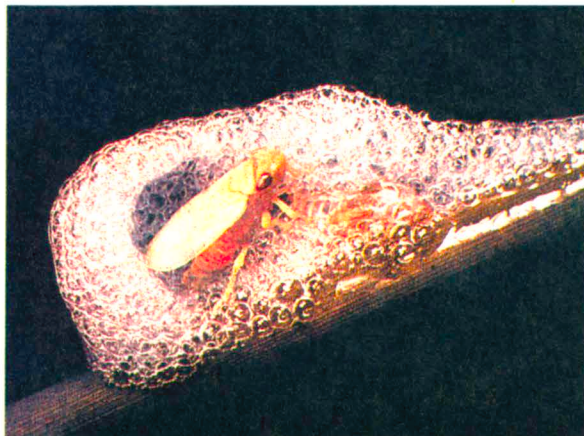
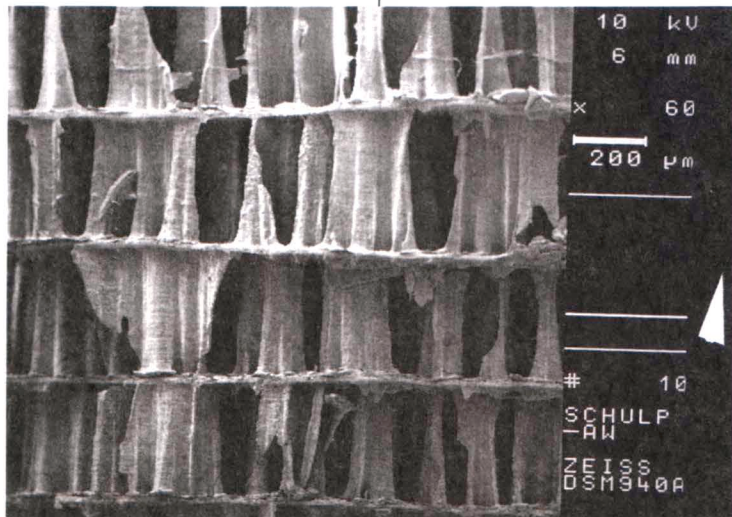
Игла в разрезе.



Снижение затрат материала. С помощью солнечной энергии, которая поступает от растений к травоядным, а от них к хищникам, живые существа могут избежать большого расхода энергии. Они располагают арсеналом легких материалов, при строении которых затрачивается немного энергии и вещества. Природа использует для этого конструкции, в которых очень тонкий материал опоясывает пространства, наполненные воздухом. Такие материалы выполняют самые различные функции, к примеру, защищают или позволяют держаться на воде. ■

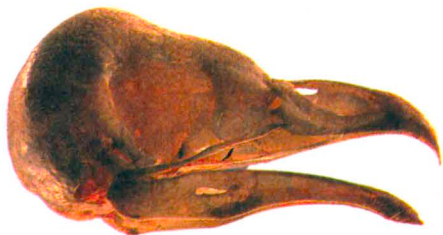
Устойчивые легкие постройки. На врагов и хищников дикобразы производят впечатление своими длинными иголками. Чтобы не сломаться при нападении, иголки должны быть очень твердыми. Поэтому они состоят из оболочки, наполненной внутри пенообразным материалом. Благодаря этому иголки очень легкие, но достаточно прочные. Как природа применяет «пену», можно увидеть также на примере пенниц, или слюнявиц. Они создают себе оболочку из прочной пены, находясь в которой, могут спокойно сосать сок лугового сердечника. ■

Под электронным микроскопом видны опоры из известняка в органе каракатицы, удерживающей ее на плаву.



Защищенная своей плотной пеной, пенница сосет сок растений.

Амортизаторы у сов и сычей. Подобным образом устроен и участок лба ночных птиц, таких как совы и сычи. Для них всегда существует опасность удариться, и поэтому им нужны эффективные, но легкие амортизаторы.



Череп ночной птицы должен быть легким, но крепким, как череп совы на рисунке.

так как они состоят только из пузырей, которые в большей или меньшей степени наполнены воздухом. Поэтому они не тонут. Еще легче пена из мыльных пузырей.

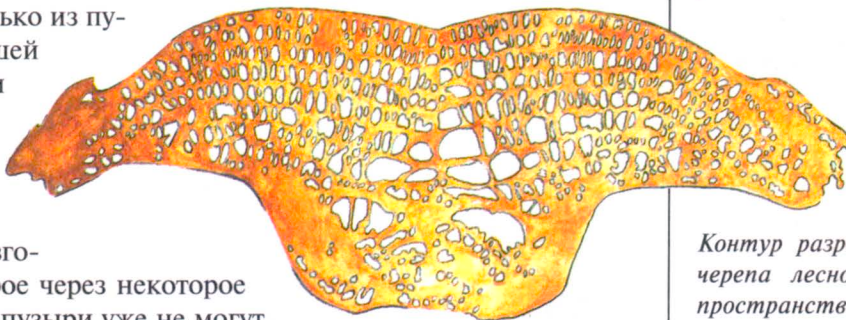
Такую пену можно изготавливать из мыла, которое через некоторое время застывает. Тогда пузыри уже не могут лопнуть, и возникает крайне легкая пенная масса. Так как в нее заключен воздух, она может хорошо изолировать и ее не так легко сжать. Поэтому она становится хорошим упаковочным материалом для предметов, восприимчивых к толчкам. В технике пена применяется примерно 20 лет. Сегодня оконные рамы уже не ввинчивают в стены, а вставляют с помощью пены. Благодаря этому рама держится не на нескольких точках, как у винтового соединения, а прочно закреплена по всему периметру.

Автомобильная техника строит сейчас легкие амортизаторы из искусственного материала с высоким КПД, которые разделены на маленькие камеры, подобно участку лба совы или сыча или органа каракатицы, удерживающего ее на плаву. Они отпружинивают при ударе, не ломаясь при этом. ■

Пенистые материалы и пена. Пенообразные материалы, такие как стиропор, очень легкие,



Стиропор — популярное средство упаковки для предметов, восприимчивых к толчкам.

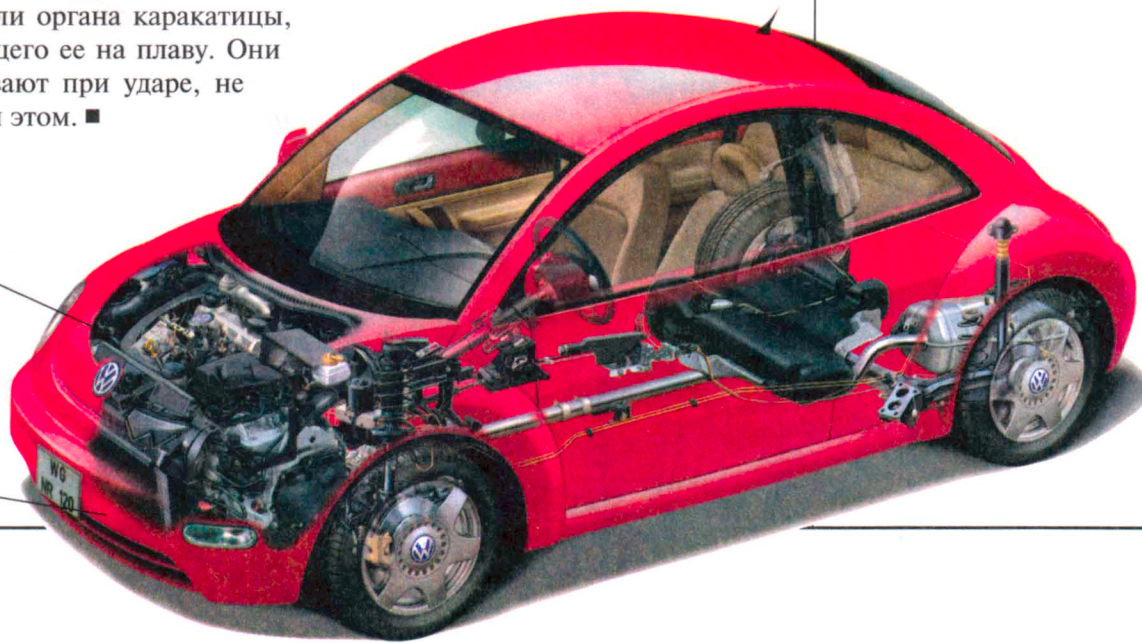


Контур разреза участка лба черепа лесного сыча: полые пространства обеспечивают надежную защиту.

Амортизаторы из искусственного материала, разделенные на маленькие камеры защищают автомобиль при ударе.

Мотор

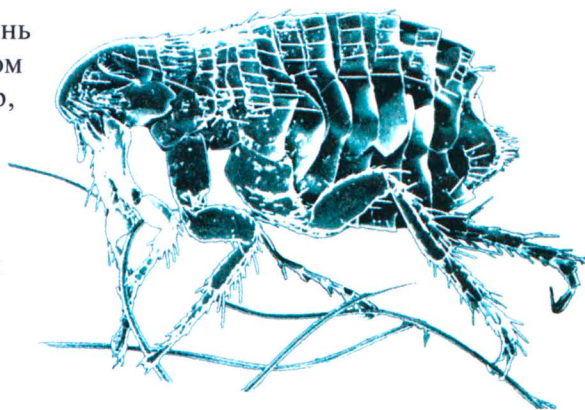
Амортизатор



ЭЛАСТИЧНАЯ РЕЗИНА

Природа не может обойтись без материалов, имеющих высокую эластичность. Техника тоже часто использует подобные материалы.

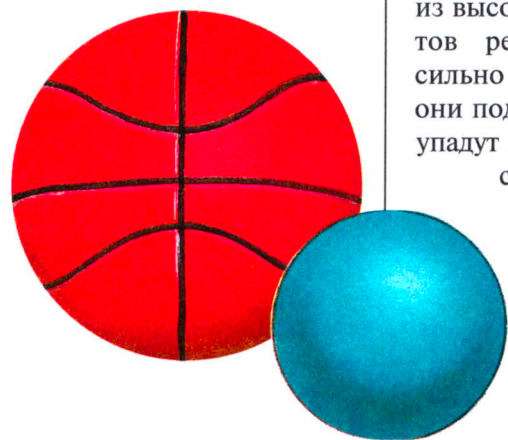
Резилин. Резина очень эластична. Доказательством этого является, например, резиновый мяч, который подпрыгивает несколько раз, когда его бросают на пол. Некоторые прыгающие мячики изготовлены из высокоэластичных сортов резины. Если их сильно ударить о пол, то они подскочат до потолка, упадут на пол и опять подскочат, и так далее.



В задних ногах блох есть высокоэффективные аппараты для прыжков.

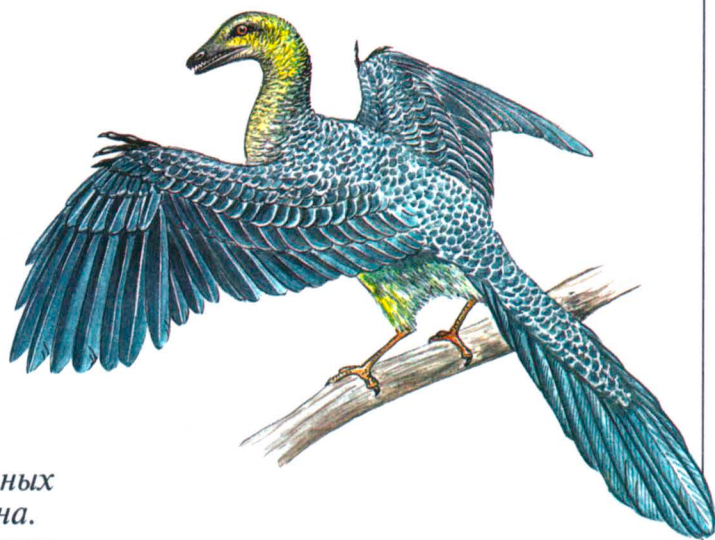
Такие высокоэластичные материалы есть и в природе. Природные материалы такого рода даже более эластичны, чем лучшие технические эластичные материалы. Один из таких природных материалов называется резилин. В его основе лежит яичный белок, нити которого сплавляются друг с другом и образуют сеть. Животные употребляют эту очень эластичную субстанцию для накопления энергии. ■

Быстрые крылья и высокие прыжки. Связки кенгуру очень эластичны. В ногах лошади тоже есть высокоэластичные элементы, они есть и у некоторых насекомых, которые благодаря им могут легко менять форму. Но самые эластичные материалы — в сочленении крыльев мух, которые могут поднимать и опускать свои крылья 200 раз в секунду. Эти же материалы есть и в ножках блох, которые используются как катапульта. Крайне эластичный резилин помогает им при этом прыгать в высоту на 20—30 сантиметров. Длина блохи 2 миллиметра, это насекомое может прыгнуть в высоту на расстояние, в 150 раз превышающее ее длину! Это возможно только благодаря резилину. ■

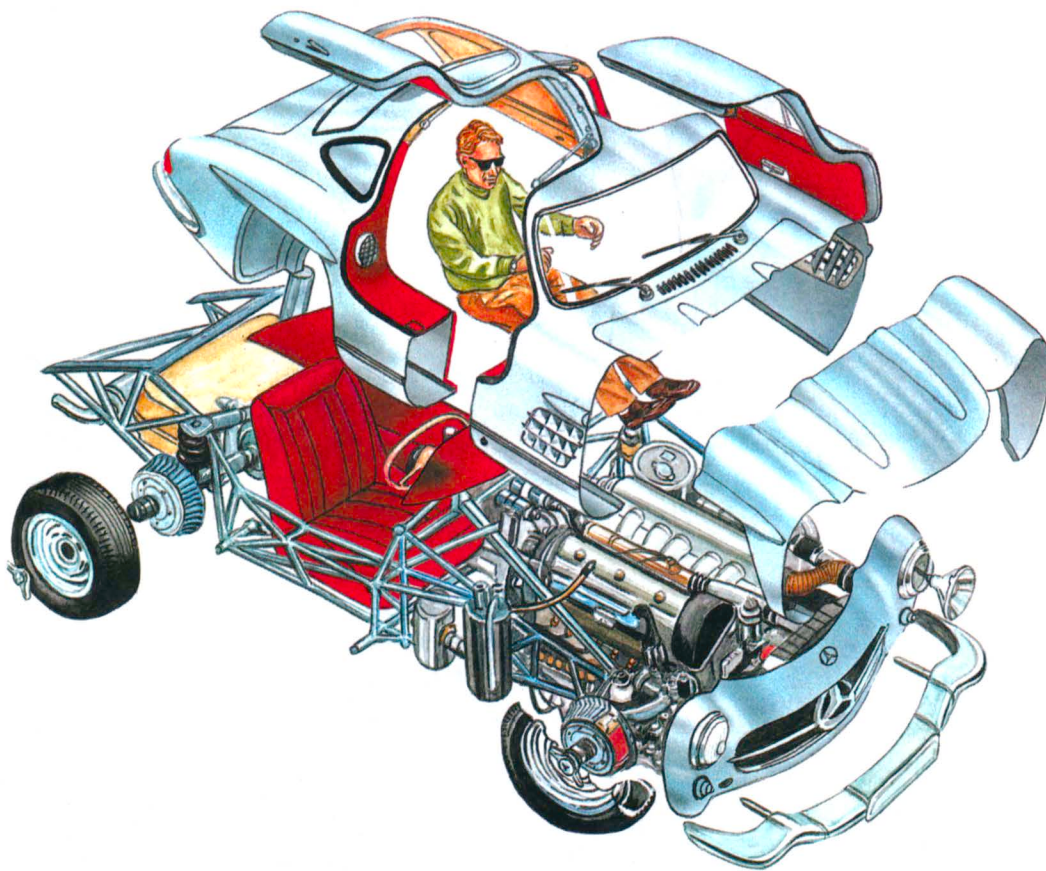


Ножки блохи действуют как катапульта.

ЭВОЛЮЦИЯ И РАЗВИТИЕ

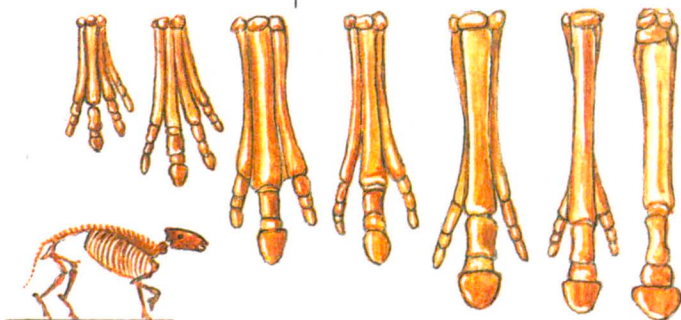


*За 50 миллионов лет лошадь достигла известных
нам размеров и превратилась в хорошего бегуна.
В технике тоже действуют принципы эволюции*



РОСТ И ИЗМЕНЕНИЕ

Биологическая эволюция никогда не останавливается, она постоянно изменяет живые существа и жизненные процессы.



Предок сегодняшней лошади, живший 50 миллионов лет тому назад.



Сегодняшняя лошадь.

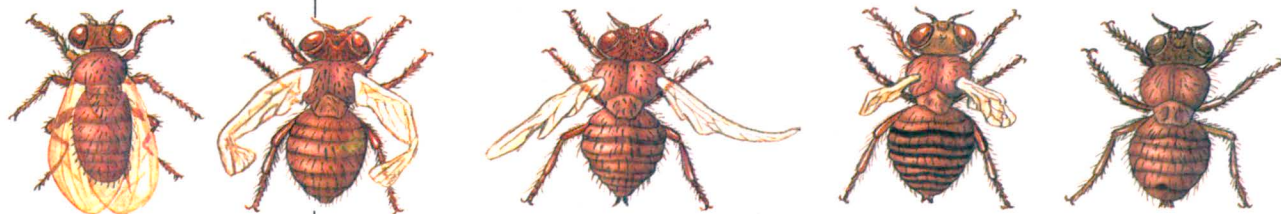
Так появилось копыто лошади.

Эволюционные изменения. Когда мы идем гулять, мы видим определенные виды растений и животных, и они не изменяются на наших глазах.

Маргаритка остается маргариткой, не имеет значения, видим ли мы ее сегодня или увидят наши дети через 60 лет. Однако это положение верно лишь по отношению к коротким промежуткам времени. Следующее поколение маргариток генетически отличается от своих родителей, но внешне это не проявляется. Только через многие поколения возникнут заметные изменения. Развитие происходит в течение миллионов лет. То, что сегодня живет на земле, не будет существовать в следующие миллионы лет, из ныне живущих видов разовьются другие. Так происходит эволюция видов. Несколько миллионов лет назад существовали лошади величиной с пуделя, которые имели несколько пальцев. Сегодня они иных размеров и могут быстро скакать благодаря своим копытам. ■

Как проходит эволюция? Самыми значительными вехами эволюции являются небольшие изменения (мутации) и отбор (селекция). Рассмотрим выведение мух. Из одной пары мух за один период разведения в несколько недель развиваются сотни тысяч мух, которые отличаются друг от друга мельчайшими деталями. У некоторых из этих мух органы вкуса чувствительнее реагируют на раствор сахара. В таком случае можно говорить о мутации. Эти мухи легче найдут мисочку с раствором сахара, съедят все, опередив других, получают больше энергии и благодаря этому будут более активно размножаться. Так происходит отбор, или селекция. Если продолжить эксперимент, то через несколько поколений останутся только мухи, очень чувствительные к сахару. Остальные мухи не выживут. ■

Мутации крыльев у мух.



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

Продукты, технические конструкции и методы производства развиваются постоянно, что позволяет говорить о технической эволюции.

С 60-х годов известно, что техническая эволюция подражает биологической. Эволюция в технике опирается на методы природной эволюции. Это осуществляется в практических экспериментах или компьютерных исследованиях. При этом в одном ряду опытов нужно произвести случайные изменения и потом протестировать их. С помощью эволюционной стратегии можно получить результаты, которые нельзя математически рассчитать или спланировать. Эволюция в технике занимает меньше времени, чем в природе. Техническим устройствам не нужны долгие годы, как поколениям живых существ, чтобы пройти мутацию и селекцию.

Пример: Следует улучшить насадку для смеси газа и жидкости. Исходная форма (0) — гладкая насадка с малым КПД. Ее распилили, и отдельные части были случайно перегруппированы в новую форму. После прохождения 44 эволюционных ступеней получилась окончательная форма (45), которая имела КПД на 40% выше, чем гладкая начальная форма. Никто не смог бы провести чрезвычайно трудные расчеты, чтобы получить такую форму. ■

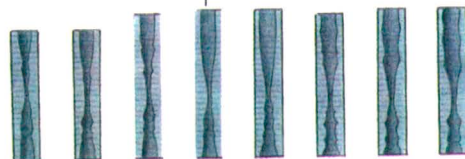
Техническая эволюция через

ВКУС. Эволюционная стратегия использует, например, кофейный ростер, чтобы получить идеальную смесь кофе. Например, делают смесь из пяти различных сортов кофе. Готовят один стакан кофе, но берут немного меньше или немного больше одного или другого сорта. Потом дают кофе дегустатору и спрашивают о вкусе. Если он говорит: «Хуже, чем последняя смесь», то эту пробу уничтожают. Если же он считает ее лучше последней смеси, то незначительно меняют ее состав (предположим, добавляют немного меньше сорта В и немного больше сорта А) и опять дают попробовать.

Здесь мы вновь имеем дело с принципом мутации и селекции: мутацией называют случайно изменившуюся смесь кофе из пяти сортов. Говоря о селекции, подразумевают следующее: дегустатор оценивает вкус смеси кофе, а экспериментатор решает, что делать дальше. Так, готовя большое количество смесей, приближаются к идеальной, которая получает положительную оценку у большинства дегустаторов. Такую смесь можно успешно продавать. ■



Неудачная
исходная
форма.



Промежуточная форма.



Хорошая
окончательная
форма.

Отдельные части насадки для смеси газа и жидкости случайно составлялись и проверялись по эволюционной теории до тех пор, пока не была найдена лучшая форма.



В этой контрольной установке кофе смешивается произвольно.

РЕАКЦИЯ НА УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Система может долгое время существовать без видимых изменений.

Природа. Эволюционное развитие в природе происходит чрезвычайно медленно, для этого требуются десятки миллионов лет. В процессе развития выделяются многообразные, легко отличимые друг от друга виды животных и растений. Выживают в конечном итоге те, которые могут лучше реагировать на изменения условий окружающей среды. Они вытесняют хуже приспособленные формы в первую очередь благодаря тому, что быстрее размножаются. ■

Эволюция птиц. На исходе юрского и раннего мелового периодов, почти 150 миллионов лет назад, на Земле жило много рептилий, среди них были и огромные динозавры. Из рептилий развивались птицы.

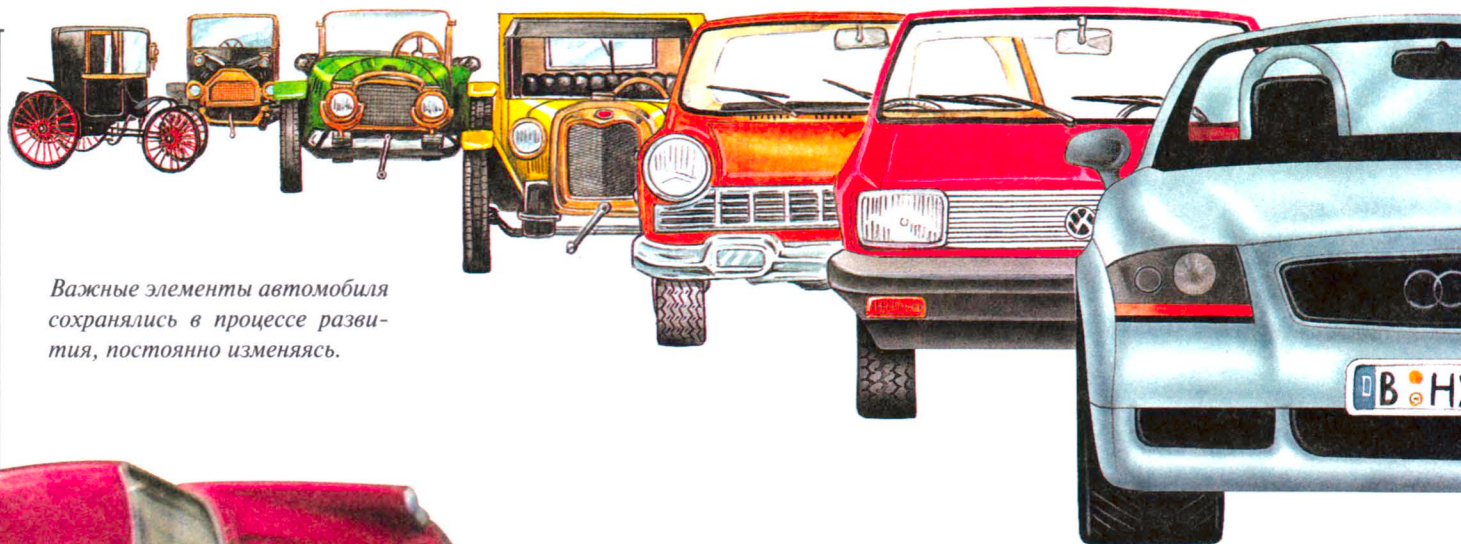
Окаменелости древнейшей из известных птиц, археоптерикса, найдены в Золнхофене (Германия). Связующее звено между птицами и рептилиями, это животное еще имело в скулах зубы, как большинство рептилий, но при этом у него уже были перья, как у современных птиц. ■

Современные птицы. Мир птиц чрезвычайно интересен. Он охватывает все многообразие птиц, от самых маленьких — колибри, вес которых составляет приблизительно 3 грамма, до лебедей-трубачей или калифорнийских кондоров, которые весят около 20 килограммов. Между ними — тысячи самых разнообразных представителей. Некоторые виды птиц могут хорошо планировать, как, например, птица-фрегат, другие могут летать быстро, как стрелы, — это сапсаны, третьи выдерживают длительный полет, как некоторые крачки. Есть птицы, которые ныряют, обрушиваясь в воду, и вытаскивают рыбу из глубины. ■

Обычный ритуал: два белых аиста приветствуют друг друга.

Крылья и оперение чаек созданы для планирующих полетов.

Древняя птица — археоптерикс — была реконструирована по найденным древним окаменелостям.



Важные элементы автомобиля сохранялись в процессе развития, постоянно изменяясь.



Техника. То, что оправдало себя, остается в технике надолго. При появлении нового, развитие идет скачкообразно и дает множество разных форм. Автомобиль, например, произошел от кареты, которую тянули

лошади. Первыми автомобилями были дрожки и кареты, в которые встраивался мотор. Позднее стало ясно, что автомобиль может иметь более удобную форму, отличающуюся от формы кареты. На пороге XX столетия возникли ящикообразные автомобили, впереди у которых был мотор, за ним находилась кабина водителя, а дальше следовало помещение для пассажиров и багажа. Большинство автомобилей имели четыре колеса, однако проводились эксперименты и с трехколесными автомобилями. Они оправдали себя, но только для специальных целей. Техническая эволюция остановилась на машинах, имеющих четыре колеса.

Сегодняшний автомобиль, имеет помещение для водителя и пассажиров и мотор, который находится спереди или сзади и приводит в действие колеса. По простетивии многих десятилетий основа устройства автомобиля осталась неизменной. Сегодня существует много различных моделей, отличающихся друг от друга. ■

Сравним результаты? Техническая разработка опирается, как правило, на основную идею, которая появляется достаточно неожиданно. Примером тому служит автомобиль, развитие фотографии, разработка компьютера. Когда приборы уже существуют, то, совершенствуясь, они постоянно изменяются, чтобы соответствовать требованиям времени. Так, из одной основной идеи могут развиваться целые отрасли промышленности. Естественное и техническое развитие нашей цивилизации проходят одними путями. Сильное влияние на техническую эволюцию можно оказать, лишь хорошо изучив эволюцию природы и перенеся ее принципы в технику. ■

Даже этот ракетобразный автомобиль, способный развивать большую скорость, сохраняет в основе своего устройства первоначальную идею.



От яйца к цыпленку

Для развития жизнеспособного цыпленка, как и для создания автомобиля, необходима точно отлаженная и согласованная стратегия.



Цыпленок развивается. В течение трех недель в насиживаемом яйце развивается жизнеспособный цыпленок. Когда яйцо в яйцеводе покрывается прочной скорлупой из кальциевых соединений, оно уже содержит все, что необходимо для образования цыпленка: зародыш, способный развиваться, много яичного белка и желток — накопитель энергии, необходимой для процессов развития.

Несколько десятков комплексов клеток оформляются и ждут своего часа. В определенное время они становятся активными, образуют зачаток органа и соединяются с другими подобными зачатками. Например, головной и спинной мозг возникают из плоской клеточной пластины, которая вскоре становится трубкой. На верхнем конце трубка соединяется с несколькими пузырьками, которые вырастают в верхние части головного мозга. В это время другой зачаток органов образует кровеносные сосуды, которые располагаются вокруг мозговых пузырьков и обеспечивают их питательными веществами. Так одна часть системы соединяется с другой. Органы, создание которых чрезвычайно сложно, например сердце и глаза, зарождаются очень рано и поначалу несоразмерно велики. Другие органы постепенно догоняют их. У цыпленка, который уже готов вылупиться из яйца, довольно живой, содержащий запас богатой энергией вещества для первых дней жизни. После того как цыпленок вылупился из яйца, он быстро начинает самостоятельно бегать и клевать. ■



2 день.

4 день.

6 день.

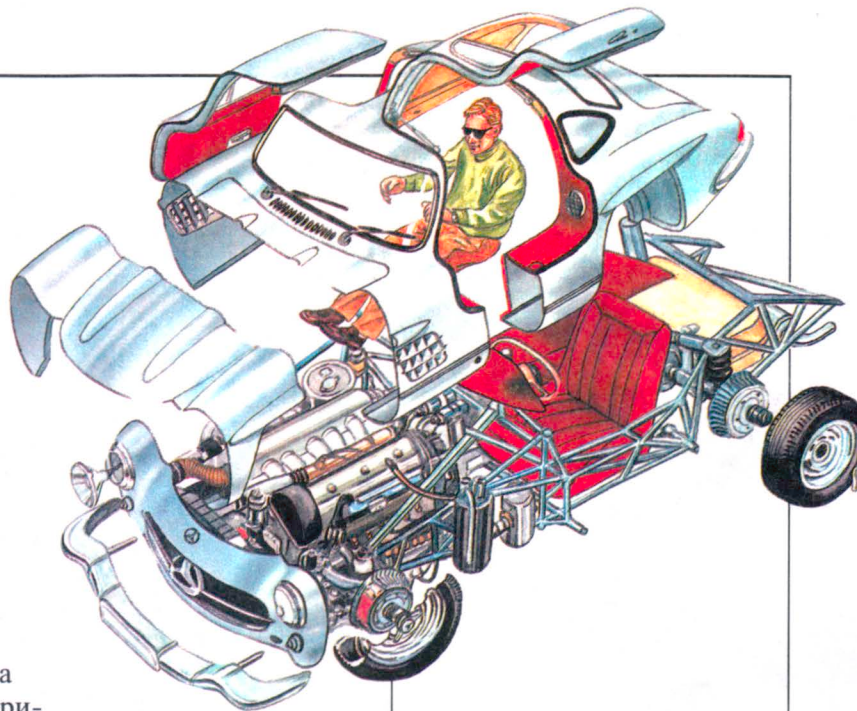
8 день.

11 день.

15 день.

С конвейера на улицу. За несколько часов автомобиль собирается на конвейере из отдельных частей, которые изготавливаются заранее и поставляются к нужному моменту. Когда начинается новая смена, производственный цех — с конвейерами, складами деталей, устройствами для подачи — содержит все, что необходимо для сборки автомобиля, в том числе и электроэнергию для работы машин и конвейеров.

Самостоятельные структурные группы изготавливаются отдельно, после чего соединяются. Например, шасси изготавливаются, как правило, из более чем десятка отдельных частей, которые штампуются из листов жести нужной толщины и собираются на конвейере. Там они приклепываются или привариваются, причем шасси шаг за шагом приобретают свою окончательную форму. Каждый отдельный структурный элемент уже сам по себе функционален. Шасси достаточно прочны. Двигатель тоже уже готов. Затем все части соединяются в единое целое. Автомобильные части, которые очень сложны, например мотор, требуют довольно длительного времени на изготовление. Для согласования работы действуют или несколько поточных машин одновременно, или создаются промежуточные склады. После окончательного контроля автомобиль уходит с конвейера. Теперь он полностью готов к работе и может поступить в продажу. ■



Для того чтобы покупатель получил нужный ему автомобиль, подача на поточную линию должна быть точно спланирована.



Так собирается автомобиль.

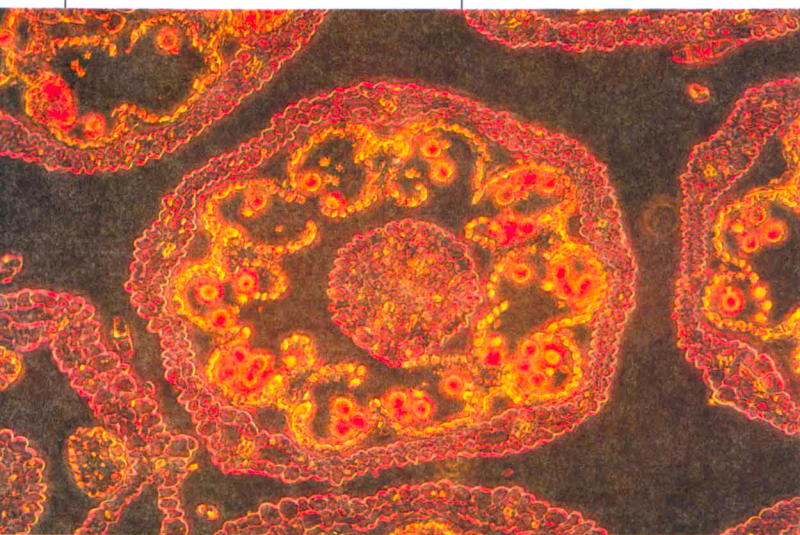
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЗАГОТОВКА И РАЗВИТИЕ

Развитие означает изменение, рост. Так, например, появляется цветок, уже зародившийся в почке. Принцип предварительной заготовки знаком и технике.

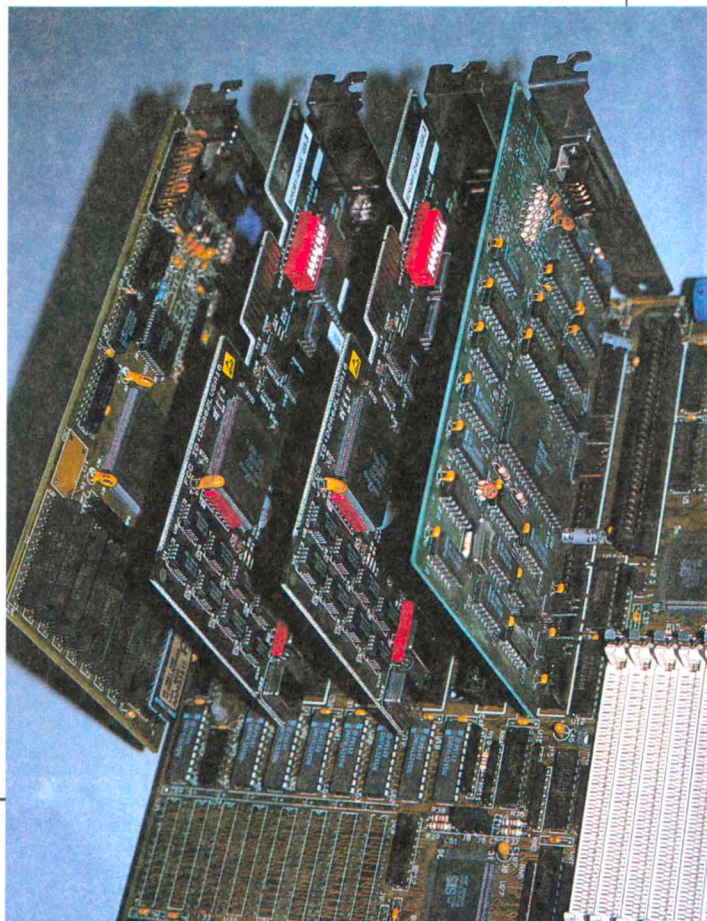
Почка. В почке элементы цветка свернуты в узком пространстве. Благодаря повышению давления и процессам роста, лепестки оболочки почки расходятся, показывается цветок, который потом распускается и часто становится таким большим, что заранее о его размерах нельзя было догадаться. Иногда трудно представить себе, как цветок мог поместиться в маленькой почке. Принцип природы таков: предварительное размещение в самом узком пространстве сочетается с увеличением размера, по мере того как цветок распускается. Для листьев соблюдается то же правило. Иногда в одной почке зарождаются и цветы, и листья, как, например, у каштана. ■

Сменные платы. Все в большей степени техника использует принцип предварительной заготовки, заимствованный у природы. Приборы часто конструируются так: заранее готовятся целые группы компонентов, которые размещаются затем на промежуточных складах в ожидании сборки. Так, например, производятся сменные платы с готовыми схемами для компьютеров и телевизоров. Когда какой-то элемент выходит из строя, старая плата вынимается и вставляется новая. ■

В почках каштана цветы и листья зарождаются вместе.



Срез цветка сложноцветного растения.



Готовые платы могут вставляться в компьютер.

СОЗДАВАТЬ ЗАНОВО ИЛИ РЕМОНТИРОВАТЬ?

Природа ремонтирует неисправности лишь в редких случаях. Она чаще создает новое, чтобы обеспечить жизнедеятельность и размножение.

Природа отказывается от ремонта. Если цветок, выходя из почки, правильно развивается, он будет жить, создавать пыльцу, опылять пестик, после чего появится плод. Но что происходит в том случае, если возникает какой-либо дефект? Если, например, цветок неправильно распускается или тычинки не растут. Или, к примеру, жук, после того как выходит из куколки, не может правильно раскрыть крылья?

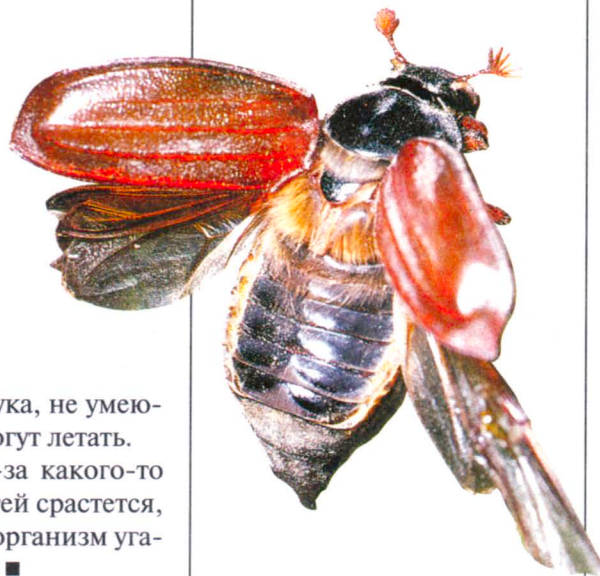
Природа в таких случаях создает все заново. Не функционирующий цветок будет отмирать. Зато появится много других цветков, которые окажутся более жизнеспособны. Жука, не умеющего летать, склюет птица, выживут другие жуки, которые могут летать.

Однако если организм становится нежизнеспособен из-за какого-то одного дефекта, природа может это исправить. Перелом костей срастется, кишечную инфекцию можно вылечить, и так далее. Если же организм угасает, не успев развиваться, природа стремится его уничтожить. ■

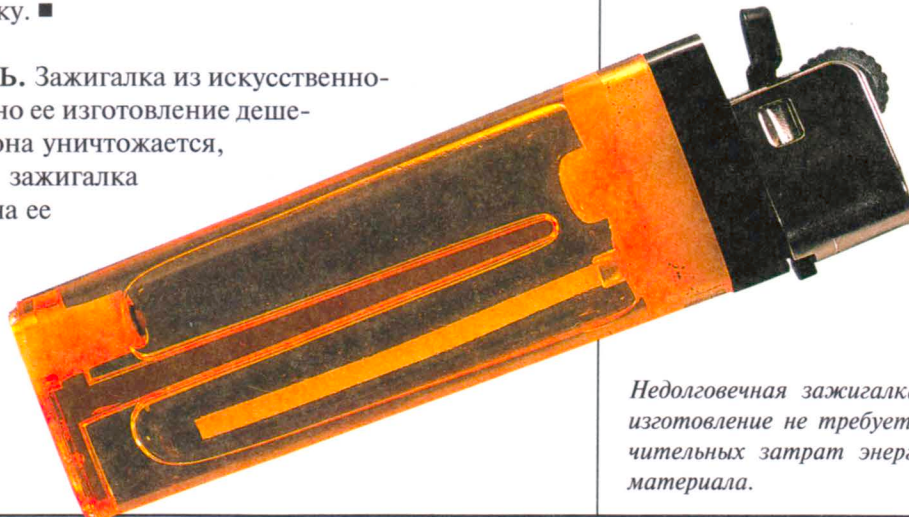
Заменяемые части. Техника поступает так же, как природа. Отслуживший холодильник идет на лом: новые модели потребляют меньше энергии и оказываются удобнее и безопаснее для окружающей среды. Но если у современного прибора приходит в негодность только одна часть, а сам холодильник еще хороший, то его ремонтируют. Техника производит заменяемые элементы, которые после истечения срока службы не ремонтируют. Не природа ли подала нам эту мысль?

Это важно в том случае, если, как это обычно бывает в природе, на изготовление нового пойдет меньше материала и энергии, чем на ремонт. Тогда более выгодным становится выбросить устройство или отправить его на вторичную переработку. ■

Затраты и прибыль. Зажигалка из искусственного материала недолговечна, но ее изготовление дешево, и после использования она уничтожается, как мусор. Металлическая зажигалка служит гораздо дольше, но на ее изготовление затрачивается больше средств, а после использования она будет ржаветь в мусорной куче. Что разумнее? Это должен установить пригодно-расходный баланс. ■



Правое крыло этого майского жука не раскрывается.



Недолговечная зажигалка. Ее изготовление не требует значительных затрат энергии и материала.

ПЕРЕРАБОТКА МУСОРА

Способам утилизации отходов человек должен учиться у природы.

Установки для сжигания мусора. Техника сегодняшнего дня часто создает горы мусора и отходов, от которых не так просто избавиться. Установки для сжигания мусора, к сожалению, далеки от совершенства. Например, при низкотемпературном сжигании они могут распространять отработанные газы, наносящие вред окружающей среде. ■

Естественное устранение. В природе все происходит иначе. «Устранения», как это следует понимать в технике, в природе не существует, так как нет и мусора! Мертвый организм полностью разлагается и вновь участвует в общем круговороте. Поэтому складов мусора нет. Что более не нужно одному, то пригодится другому. Мертвая мышь, которая лежит рядом с яблоней, уничтожается бактериями; корни дерева забирают, например, соединения азота и включают его в свой обмен веществ. Даже кости мыши через какое-то время разлагаются, через несколько десятилетий разлагаются и зубы. ■

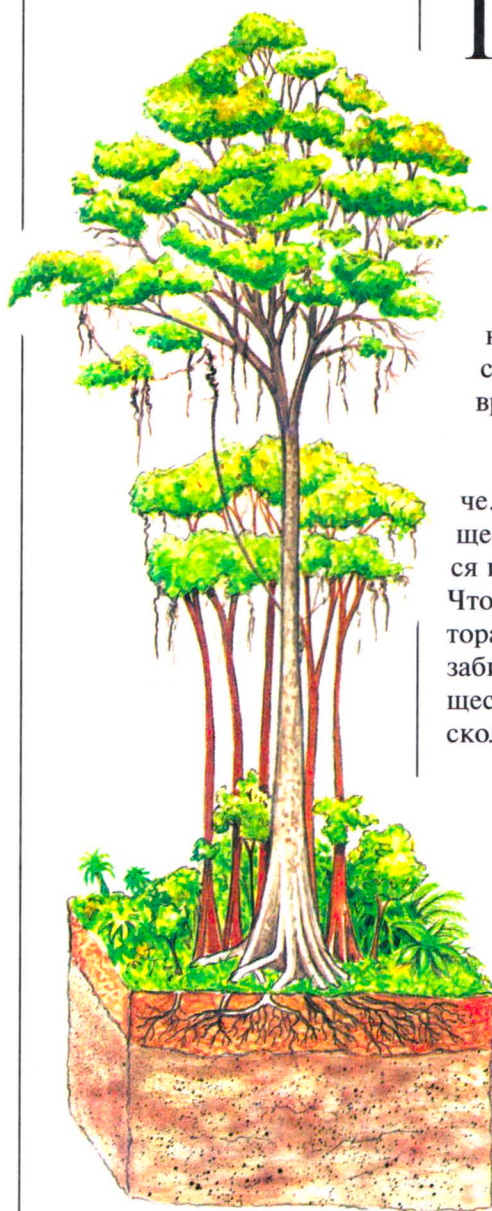
Круговорот материала. Лучшим примером круговорота вещества в природе является тропический влажный лес. Непроходимые, высотой в 30 метров джунгли представляют собой огромную общность. Тонкий слой перегной, составляющий только 30 см, используется, чтобы дать возможность вырасти новым деревьям и кустарникам, мхам и папоротникам. Когда они прекратят свое существование, продукты их распада попадут в перегной, который опять будет использован. Так происходит бесконечный круговорот. С помощью небольшого количества материи, которая используется вновь и вновь, поддерживается жизнь.

Эта стратегия сильно отличается от методов современной техники, которая создает много отходов.

Техника могла бы многому

научиться у природы, ей необходимо стремиться к безотходному производству. Сегодня уже существуют такие разработки. Техника все больше ориентируется на вторичную переработку материалов, что позволяет включить их в круговорот, подобный природному. ■

За несколько лет распадается организм мертвой мыши.



Срез тропического леса.



КОМПЛЕКСНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ

Опушка леса — это экологическая система, в которой взаимодействуют сотни существ.

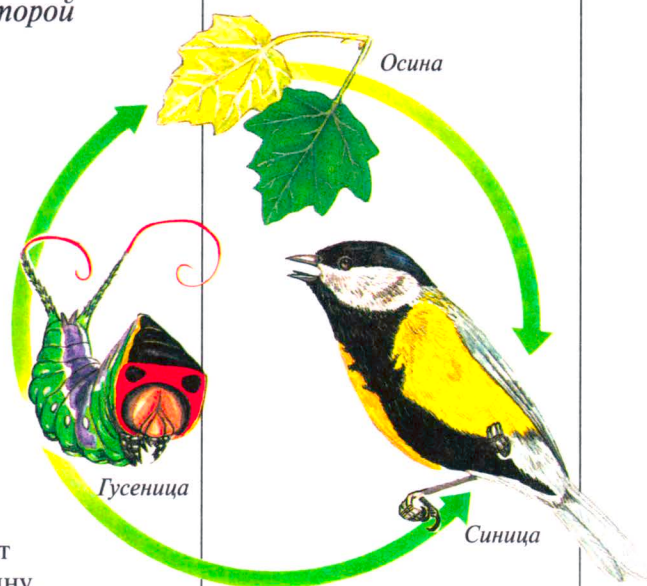
Принцип «ячейка сети». На опушке леса живет и взаимодействует множество растений и животных. Из нескольких сотен взаимодействующих элементов мы рассмотрим одну группу, в которую входят осина, гусеница-вилкохвост, которая пожирала листья осины, и большая синица, которая питается гусеницами. Как они взаимодействуют?



Гусеницы питаются листьями осины и тем самым вредят дереву. Таким образом они отрицательно действуют на осину. Синицы пожирают гусениц и, таким образом, вредят их популяции. Они отрицательно действуют на гусениц. Но тем самым синицы оказывают положительное воздействие на осину, так как в конечном счете они уничтожают ее врагов. Они помогают осине сохранить листья. Эта троичная система — осина, синица и гусеница — замыкается в так называемую «ячейку сети». Экологическая система, опушка леса, состоит из сотен таких отношений, которые возникли между растениями и животными в течение продолжительного времени. ■

Учиться у опушки леса. Благодаря многократному переплетению этих отношений все животные и растения связаны друг с другом. Если выпадает один член, например съедены все гусеницы, то это влияет на всю сеть. Такое воздействие обычно непредсказуемо. Если мы, употребив средство от насекомых, уничтожим вместе с вредными насекомыми и всех прочих, некоторые деревья зачахнут, а определенные виды птиц вымрут. Но может случиться и так, что вся опушка леса погибнет, хотя мы хотели устранить только некоторых насекомых.

Экологические системы очень сложны. Управление и регуляция играют здесь необыкновенно важную роль. Результаты вмешательства человека зачастую очень сложно предугадать. Мы не знаем точно, что может произойти, если мы что-то изменим. Поэтому вмешательство в экологические системы должно быть очень осторожным. ■



Осина, гусеница, синица образуют сетевую ячейку.

Опушка леса состоит из сложной сети взаимоотношений живых существ.



БОЛЬШАЯ СЕРИЯ ЗНАНИЙ

БИОНИКА

Выпускающий редактор *О. Медведская*

Технический редактор *Н. Лисицына*

Внешнее оформление *Д. Шишко*

Корректор *В. Фрадкина*

Большая серия знаний. **Бионика** / Проф. В. Нахтигаль. — М.: ООО «ТД «Из-
Б63 дательство Мир книги», 2005. — 128 с.: илл.

ISBN 5-486-00227-0

УДК 087.5[55+91](031)
ББК 32.818

Подписано в печать 15.09.2005 г.

Формат 84x108¹/₁₆.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура «Ньютон».

Печ. л. 8.

Доп. тираж 12 000 экз.

Заказ № 0508031.

ООО «ТД «Издательство Мир книги»,
111024, Москва, ул. 2-я Кабельная, д. 2, стр. 6

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленных диапозитивов
в ОАО «Ярославский полиграфкомбинат»
150049, Ярославль, ул. Свободы, 97.



ISBN 5-486-00227-0



9 795486 002273

Большая Серия Знаний

БИОНИКА

Развивающаяся в последние десятилетия наука бионика представляет собой соединение биологии и техники. Эта наука изучает то, как можно перенести принципы природы на конструкцию и разработку приборов, материалов, машин. Ведь, бесспорно, самым гениальным и остроумным изобретением является природа. Бионика рассматривает биологию и технику в их тесной взаимосвязи, где биология служит неисчерпаемым источником новых идей и технических открытий для ученых, инженеров, дизайнеров.

